Hc 4.50

R54-295

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/b21908801_0003

HET MIKROSKOOP,

DESZELFS GEBRUIK, GESCHIEDENIS

EN

TEGENWOORDIGE TOESTAND.

HET MIKROSKOOP,

DESZELFS GEBRUIK, GESCHIEDENIS

EN

TEGENWOORDIGE TOESTAND.

EEN HANDBOEK VOOR NATUUR- EN GENEESKUNDIGEN,

DOOR

P. HARTING,

Hoogleeraar aan de Utrechtsche Hoogeschool.

DERDE DEEL.

Met Platen.

BIBLIOTH. COLL. REG. MED. EDIN.

Te UTRECHT,
bij VAN PADDENBURG & COMP.
1850.

VOORREDE.

Indien iemand vóór een tien- of twaalftal jaren een werk geschreven had als datgene, waarvan thans het laatste gedeelte voltooid voor mij ligt, dan zoude hij zich niet hebben kunnen ontslagen achten van de verpligting, om in de voorrede of inleiding het groote belang van het gebruik des mikroskoops voor iederen natuuronderzoeker te betoogen, en door eenige voorbeelden aan te wijzen. Thans is het gelukkig anders geworden. Ook in ons vaderland wordt wel geen beoefenaar van eenig gedeelte der algemeene natuurwetenschap meer aangetroffen, die met regt aanspraak maakt op bekendheid met haren tegenwoordigen toestand, en de gewigtige vorderingen, welke zij in de laatste jaren door dit werktuig gemaakt heeft, een oogenblik zoude kunnen voorbijzien. Eene aanprijzing daarvan zoude derhalve hier misplaatst zijn, en bij den schrijver weinig achting voor zijne lezers doen vooronderstellen.

Doch, hoewel in dit opzigt mijne taak eenvoudiger is geworden, zoo blijft echter de verpligting op mij rusten, om hier ter plaatse kortelijk rekenschap te geven van het doel, hetwelk ik mij, bij het schrijven van dit werk, heb voorgesteld, en van het plan, volgens hetwelk ik dit doel heb trachten te bereiken.

Het doel is in den titel reeds geheel uitgedrukt. Echter zij het mij vergund, tot beter verstand der zaak, er hier nog iets bij te voegen.

Er zijn er, die meenen, dat het mikroskopische zien zoo moeijelijk is, zoo geheel verschillend van dat met het bloote oog; dat alleen eene zeer langdurige oefening, met veel moeite en inspanning gepaard, voor de vele dwalingen behoeden kan, die men anders te ligtelijk daarbij begaat. Sommigen meenen hierin zelfs eenen grond van verschooning te vinden voor hunne nalatigheid, in het gebruik van het mikroskoop bij hunne wetenschappelijke nasporingen. Anderen daarentegen zijn er, die een mikroskoop en een paar gezonde oogen geheel voldoende oordeelen tot vorming eens mikroskopischen waarnemers.

Het lijdt geen twijfel, of beiden verkeeren in tegenovergestelde dwalingen. Maar, zoo genen de taak te zwaar achten, daar toch in het wezen der zaak het mikroskopische zien en het zien met het bloote oog volkomen overeenstemmen, zoo is het aan den anderen kant even zeer waar, dat zij door dezen te ligt wordt geacht, want de omstandigheden, waaronder zich de voorwerpen bij de mikroskopische waarneming

vertoonen, zijn in den regel min of meer verschillend van die, waaraan wij, bij het gebruik van het bloote oog, van kindsbeen af, gewoon zijn geworden.

Om den invloed dier omstandigheden te kennen, en zich hierdoor te vrijwaren voor de daaruit voortvloeijende dwalingen, of, met andere woorden, om het waargenomene behoorlijk te kunnen duiden, is eene naauwkeurige kennis van het gebezigde werktuig, inzonderheid van zijne optische zamenstelling, een volstrekt vereischte. Deze kennis stelt ons in staat, om den gang der lichtstralen, — hetzij deze van het voorwerp uitgaan, óf door den verlichtingstoestel in het gezigtsveld worden geworpen, en door de aldaar aanwezige voorwerpen gedeeltelijk niet worden doorgelaten of onregelmatig gebroken en verstrooid, — in alle de verschillende rigtingen te volgen, die zij aannemen, bij hunnen doortogt der vele brekende middenstoffen, welke zij, op hunnen weg door de mikroskoopbuis, ontmoeten. Zulk eene kennis zoude echter onvolledig zijn, en de geheele theorie van het mikroskopische zien uiterst gebrekkig, indien het maaksel en de verrigting van het oog als optisch werktuig niet even grondig bekend ware. Zoodra toch het oog zich boven het mikroskoop plaatst, maken beiden te zamen één optisch geheel uit, waarvan al de deelen zamenwerken tot vorming van het beeldje, dat op het netvlies den indruk te weeg brengt, welks verdere duiding eene zuivere verstandswerking is.

Ziedaar het standpunt, waarop ik mij in het eerste deel van dit werk bepaaldelijk geplaatst heb. Het bevat de

algemeene beschrijving van den onder den collectiefnaam van *mikroskoop* begrepen werktuigen, tevens met aanwijzing van hunne verhouding tot het oog, zonder hetwelk zij geene beteekenis hoegenaamd zouden bezitten.

Zulk eene theoretische beschouwing van het op dit oogenblik bestaande, dat is van de werktuigen, zoo als zij tegenwoordig vervaardigd en gebruikt worden, is op zich zelve reeds toereikend, om tot hunne volledige kennis te geleiden. Echter is er nog eene bron, waaruit men hier, niet zonder vrucht, putten kan, namelijk de geschiedenis. Zij leert ons, hoe, gedurende den loop der tijden, het eene allengs uit het andere ontstaan is. Zij wijst ons op de velen, wier gezamenlijke pogingen eindelijk het mikroskoop tot eenen trap van volkomenheid gebragt hebben, waarop de eerste jaren dezer eeuw ter naauwernood het uitzigt openden, en, indien zulk eene geschiedkundige beschouwing al niet noodzakelijk bijdraagt tot meerdere juistheid onzer kennis, dan is zij het toch, die vooral geschikt is, om onze voorstellingen en begrippen van het nut en de bestemming der onderscheidene deelen, waaruit onze mikroskopen thans bestaan, helderder en levendiger te maken.

Bovendien is die geschiedenis, op zich zelve beschouwd, reeds gewigtig genoeg, en ik gevoelde mij te sterker aangetrokken tot hare bearbeiding, naar mate het mij meer bleek, dat zij door vroegere schrijvers óf geheel veronachtzaamd is geworden, óf met de grootste oppervlakkigheid behandeld, zoodat op de weinige bladzijden, welke aan haar

door sommigen gewijd zijn, een aantal dwalingen worden aangetroffen, die, van het eene boek in het andere overgaande, eindelijk eene soort van burgerregt hebben verkregen. Ook geldt het hier een werktuig, het allereerst op vaderlandschen grond geboren, en niemand, vertrouw ik, zal het aan een te ver gedreven gevoel van nationaliteit toeschrijven, indien dit mij een spoorslag te meer was, om den verderen ontwikkelingsgang van dit werktuig, zoowel hier als in den vreemde, tot op onzen tijd toe, na te sporen, ten einde daarvan een behoorlijk zamenhangend overzigt te leveren. In hoe verre mij dit in het derde gedeelte gelukt is, moge de der zake kundige lezer beoordeelen.

Tusschen dit derde en het eerste deel neemt het tweede, handelende over het mikroskopisch onderzoek, zijne plaats in. Aanvankelijk had ik gemeend dit aan het einde des geheels te plaatsen, doch de reden, waarom ik van deze oogenschijnlijk meer logische volgorde ben afgeweken, is daarin gelegen, dat de beschouwing der onderscheidene hulpwerktuigen bij mikroskopische onderzoekingen de bekendheid voorondersteld der gevallen, waarin zij dienstbaar kunnen zijn.

Welligt hadden sommigen verwacht in dit tweede deel veel meer aan te treffen, — eene histologie van planten en dieren, eene geschiedenis der infusoriën, enzv., enzv. Werkelijk hebben de meeste vroegere schrijvers over het mikroskoop en zijn gebruik hiervan het voorbeeld gegeven, en verreweg het grootste gedeelte hunner geschriften is opgevuld met een bont mikroskopisch allerlei, blijkbaar meer bestemd voor zoogenaamde

liefhebbers of dilettanten, dan voor degenen, aan wie de beoefening der wetenschap en het onderzoek der natuur, door middel van het mikroskoop, eene ernstige bezigheid verschaft. Een der nadeelige gevolgen van de zoo even bedoelde opeenhooping der meest vreemdsoortige bestanddeelen in een en hetzelfde geschrift heeft daarin bestaan, dat men in de dwaling vervallen is, waarin zelfs velen nog heden ten dage verkeeren, als ware *mikroskopie* of *mikrographie* een op zich zelf staande tak van wetenschap, even als chemie, botanie, zoölogie enzv. Men zoude met even veel regt alle waarnemingen, waartoe enkel het bloote oog gevorderd wordt, onder eene algemeene rubriek van *ophthalmoskopie* of *makroskopie* kunnen vereenigen. Inderdaad, sedert het algemeen erkend is, dat het mikroskoop met vrucht gebruikt kan worden in iederen tak der natuurwetenschap, moeten de uitkomsten der waarnemingen, welke daarmede verrigt zijn, ter plaatse worden vermeld, waar zij te huis behooren, dat is in de boeken, die aan de behandeling van een of ander bijzonder vak gewijd zijn. Handboeken over ontleedkunde, zonder dat er de leer der weefsels en van het fijnere maaksel der dierlijke organen in is opgenomen, — over plantkunde, zonder eene ontwikkelingsgeschiedenis der cel en der organen, die de plant zamenstellen, — over dierkunde, zonder vermelding der alleen met het mikroskoop waarneembare diersoorten, — over geologie, zonder gewag making van den invloed, dien tallooze kleine organismen op de vorming van de korst onzer aarde hebben gehad, zouden thans even zoo vele anachronismen zijn.

Het is om deze reden, dat ik mij geheel onthouden heb van de mededeeling van eigenlijk gezegde mikroskopische waarnemingen, alleenlijk hier en daar het gezegde opheldérende door zulke voorbeelden, als welke mij daartoe de geschikste voorkwamen. Daarentegen ben ik des te uitvoeriger geweest in de opsomming en beschouwing van de middelen tot onderzoek, waartoe eene meer dan twintigjarige ervaring mij in staat stelde. Daaronder heb ik eene ruime plaats toegekend aan die, welke strekken tot opsporing der scheikundige eigenschappen. Eigenlijk zoude dit mikrochemische gedeelte in een scheikundig handboek behooren, doch eensdeels is het meerendeel der tegenwoordige handboeken in dit opzigt nog arm, anderdeels laat zich de opname ter dezer plaatse ook regtvaardigen door de overweging, dat, wat de werktuiglijke middelen, als messen, scharen, naalden enzv., zijn voor de herkenning der morphologische bestanddeelen, de scheikundige middelen zulks kunnen geacht worden te wezen voor de herkenning van den aard der stoffen, waaruit een ligchaam bestaat.

Mogt dit werk velen tot nut en der wetenschap tot eenig voordeel zijn, dan zouden de vele daaraan besteede uren bij mij steeds in aangename herinnering blijven.

Utrecht *Junij* 1850. HARTING.

INHOUD

DER

DERDE AFDEELING.

INLEIDING . . . . . bl. 1.
Tijdperken . . . . . » 3.
OVER HETGEEN AAN DE OUDEN BEKEND IS GEWEEST AANGAANDE DE MIDDELEN OM VOORWERPEN VERGROOT TE ZIEN . » 5.
Plaatsen bij Seneca . . . . . » »
» » Plinius . . . . . » 6.
» » Aristophanes . . . . . » »
Fijne kunstwerken der ouden . . . . . » 7.
Vermeende aanduidingen van optische werktuigen . . . » 9.
Kennis der ouden aangaande de terugkaatsing der lichtstralen. » 10.
Het vergrootend vermogen van holle spiegels reeds vroeg bekend . . . . . » 11.
LATERE GESCHIEDENIS DER LENZEN EN UITVINDING DER BRILLEN . . . . . » 12.
Alhazen Ben Alhazen . . . . . » »
Vitellio . . . . . » »
Roger Bacon . . . . . » 13.
Uitvinding der brillen. . . . . » 17.
UITVINDING VAN HET ZAMENGESTELD MIKROSKOOP EN EERSTE AANWENDING DER ENKELVOUDIGE LENS TOT WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK . . . . . » 22.
Fontana . . . . . » 23.
Galilaeus . . . . . » 24.
Drebbel . . . . . » 25.
Hans en Zacharias Janssen . . . . . » 26.
HET ENKELVOUDIG DIOPTRISCH MIKROSKOOP. . . . . » 37.
Microscopia ludicria, seria, pulicaria; vitra pulicaria s. muscaria . . . . . » 38.
Microscopium parastaticum van Kircher . . . . . » 40.

Enkelvoudige mikroskopen van Leeuwenhoek, Vossius, Sam. Mussehenbroek, Cuno, Hartsoeker, Joh. Mussehenbroek, Teuber . . . . . van bl. 41—50.
Glasbolletjes in de plaats van lenzen gebruikt. . . . . bl. 51.
Wijze hunner vervaardiging . . . . . » 55.
Enkelvoudige mikroskopen van Wilson, Milehmeijer, von Gleichen, Steiner, Joblot, Lieberkühn, Leutmann, Lyonet, Cuff, Adams, Martin, Jones, Mazzola . . . . . van bl. 59—68.
Periskopische lenzen van Wollaston. . . . . bl. 69.
Gegroefde bollen van Brewster . . . . . » »
Vogelooglenzen of coniopsiden . . . . . » »
Cylinderloupen . . . . . » 70.
Stanhopesche loupen . . . . . » 71.
Doubletten en tripletten . . . . . » 72.
Enkelvoudig mikroskoop van Wollaston . . . . . » 77.
Lenzen van vischlijm . . . . . » 84.
Watermikroskoop van Stephen Gray . . . . . » »
Verschillende vloeistoffen tot lenzen gebezigd . . . . . » 85.
Kristallenzen van vischen . . . . . » 86.
Lenzen van edelgesteenten . . . . . » 87.
Inrigting der loupen . . . . . » 93.
Zakloupen . . . . . » 97.
Loupendragers . . . . . » 99.
Enkelvoudige mikroskopen van Chevalier, Lebaillif, Plössl, Körner, Pritchard, Ross, Smith en Beek, Powell, Carry, Dollond, Slaek, van bl. 103—112.
Terugblik . . . . . bl. 113.
HET ZAMENGESTELD DIOPTRISCH MIKROSKOOP . . . . . » 119.
Zamengesteld mikroskoop van Hans en Zacharias Janssen » »
Zamengestelde mikroskopen van Fontana, Robert Hooke, Eustachio Divini, Campani, Salvetti . van bl. 121—123.
Binoculaire mikroskopen . . . . . bl. 124.
Verbinding der lenzen tot stelsels . . . . . » 126.
Zamengestelde mikroskopen van Sturm, Conradi, Grindl von Aeh, Zahn . . . . . » 127.
Pogingen tot vervaardiging van lenzen met hyperbolische oppervlakten . . . . . » 129.
Bepaling der wetten voor de sphaerische aberratie door Gregory en Huygens . . . . . » 130.
Eerste verlichtingstoestellen . . . . . » 132.
Zamengestelde mikroskopen van Tortona, Campana, Celi, Bonannus, Joblot, Marshall, Hertel, Culpeper en Searlet, Cuff, Steiner, Lommers, v. Gleichen, Martin, Adams, Jones, Mann,

Dollond, Ring en Vennebruch, Burucker, Brander, den Hertog de Chaulnes . . . van bl. 133—151.
Verbeteringen in het zamengesteld mikroskoop door Euler voorgeslagen . . . . . bl. 152.
Zamengestelde mikroskopen van Dellebarre, Hoffmann, Tiedemann, Wagener, Elkner, Junker, H. en J. van Deyl, Hen . . . . . van bl. 154—161.
Eerste pogingen tot achromatisatie van het objectief . . bl. 163.
Voorschriften door Euler daartoe gegeven : . . . . . » 166.
Achromatische objectieven van Aepinus, Beeldsnijder, Charles . . . . . » 168.
Achromatische mikroskopen van van Deyl . . . . . » 170.
„ „ „ Frauenhofer . . . . » 174.
Vloeistoffen tot achromatisatie gebezigd door Brewster . » 175.
Achromatische lenzen van Domet, Tulley, Amici, Marzoli . . . . . » 176.
Achromatisch mikroskoop van Selligue . . . . . » 179.
„ „ „ Chevalier . . . . . » 180.
Horizontaal achr. „ „ Amici . . . . . » 181.
Aplanatische mikroskopen van Chevalier, Trécourt, Bouquet, Oberhäuser, Lerebours, Brunner, Nachet, Amici, Pacini, Merz, Plössl, Schiek, Pistor en Martin, Nobert, Kriegsmann, Meyerstein, Matthiessen, Pritchard, Ross, Powell, Smith, Dancer. Varley, Spencer . . . van bl. 182—255.
Middelen tot regtkeering van het beeld; pankratische mikroskopen . . . . . bl. 257.
Terugblik . . . . . » 267.
Weg tot verdere volmaking . . . . . » 276.
HET ENKELVOUDIG KATOPTRISCH MIKROSKOOP . . . . . » 291.
Katoptrische mikroskopen van Zahn, Mattmüller, Traber, Gray . . . . . » »
„ „ „ Selva . . . . . » 292.
Het katadioptrisch mikroskoop . . . . . » 294.
Katadioptrische mikroskopen van Newton, Barker, Selva, Smith, Rienks, Amici, Chevalier, Cuthbert, Pritchard, Pott, Tulley, Brewster, Guthrie, Cavalleri, Barnabita, Doppler . . . . van bl. 294—309.
Terugblik . . . . . bl. 310.
DE BEELDMIKROSKOPEN . . . . . » 313.
Eerste uitvinders van den toverlantaarn en van het zonmikroskoop . . . . . » 314.
Zonmikroskopen van Kircher, Zahn, Dechales, Fahrenheit, Lieberkühn, Cuff, Paauw, Wiedenburg . . . . . van bl. 314—319.

Inrigting van het zonmikroskoop tot het teekenen der voorwerpen . . . . . bl. 320.
Verlichtingstoestellen voor ondoorschijnende voorwerpen, van Zeiher, Euler, Aepinus, Martin, Pritchard, en Brewster . . . . . „ 321.
Toepassing der doubletten en der achromatische lenzenstelsels op het zonmikroskoop . . . . . „ 324.
Werktuiglijke inrigting der tegenwoordige zonmikroskopen „ 327.
Zonmikroskopen van Chevalier, Lerebours, Plössl, Pistor en Pritchard . . . . . „ 328.
Tot teekenen ingerigte beeldmikroskopen . . . . . „ 329.
Draagbaar zonmikroskoop . . . . . „ 331.
Photographische afbeeldingen . . . . . „ 334.
Hydro-oxygeenmikroskoop . . . . . „ 336.
Camphine-mikroskoop . . . . . „ 340.
Photo-elektrisch mikroskoop . . . . . „ 342.
TOESTELLEN EN HULPMIDDELEN BIJ HET MIKROSKOPISCH ONDERZOEK . . . . . „ 345.
Verlichtingstoestellen . . . . . „ 347.
Inrigting des spiegels . . . . . „ 349.
Prisma voor de excentrische verlichting . . . . . „ 352.
Verlichtingstoestel van Wollaston . . . . . „ 355.
„ „ Brewster . . . . . „ 356.
Monochromatische verlichting . . . . . „ 357.
Achromatische verlichtingstoestellen . . . . . „ 358.
Verschillende soorten van diaphragmata tot regeling der verlichting . . . . . „ 361.
Verlichtingstoestellen voor opvallend licht . . . . . „ 364.
Toestellen ter verlichting met gepolariseerd licht . . . „ 367.
Toestellen en hulpmiddelen tot opneming en bevestiging der voorwerpen . . . . . „ 372.
Micaplaatjes, schuifjes, tangetjes, vorken, naalden, dierdoosjes „ 373.
Bakjes voor mikroskopische voorwerpen . . . . . „ 377.
Toestellen ter waarneming van den bloedsomloop . . . . „ 379.
Toestellen ter waarneming van de celsap-rotatie . . . . . „ 382.
Drukwerktuigen van Goeze, Ehrenberg, Schiek, Purkinje, Pacini, Savi, Lister, Oberhäuser, Dujardin, Quatrefages, Yeates, Wallach, Bisschoff, Maissiat en Thuret . . . . . „ 384.
Mikroskopische roller . . . . . „ 391.
Mikroskopische spanner . . . . . „ 392.
Klemveertoestellen . . . . . „ 393.
Toestellen tot werktuiglijke beweging der mikroskopische voorwerpen in het gezigtsveld . . . . . „ 395.
Beweegbare voorwerptafel van Hertel, den hertog de

Chaulnes, Martin, Tiedemann, Frauenhofer, Oberhäuser, Schiek, Tyrrell, Varley, White . . . . . van bl. 395 - 400.
Draaijende voorwerpplaat van Hertel, Martin, Strauss Durekheim, Oberhäuser, Brunner, Pacini, Legg . . . . . van bl. 400—401.
Toestellen tot het meten en teekenen der voorwerpen . . . bl. 402.
Handelwijzen van Hooke, Leeuwenhoek en Jurin . ,, 403.
Eerste toepassing van den schroefmikrometer op het mikroskoop door Balthasaris en Hertel . . . . . ,, 405.
Naaldmikrometers van Martin en van Adams . . . . ,, 407.
Glas- en netmikrometers van Hertel, Martin, Brander, de Chaulnes, Folkes, Baker, Hollmann, Cavallo, Coventry, Barton, Ramsden, Dollond, Frauenhofer, Hoffmann, Lebaillif, Chevalier, Oberhäuser . . . . . ,, 408.
Proefplaatje van Nobert . . . . . ,, 412.
Schroefmikrometers van de Chaulnes, Martin, Ramsden, Frauenhofer, Plössl, Schiek, Pistor, Nobert, Brunner, Ross . . . . . ,, 419.
Verschillende soorten van draden in het oculair . . . . ,, 423.
Mikrometer van Wollaston . . . . . ,, 425.
Lenzen tot het zien op verschillende afstanden van Brewster . . . . . ,, 427.
Spitsen-mikrometer van Brewster . . . . . ,, 428.
Dubbelbeeld-mikrometer, eiiometer . . . . . ,, 429.
Diktemeter van Lebaillif. . . . . ,, 431.
Beeldmikrometer van Goring . . . . . ,, 432.
Camera lucida van Wollaston . . . . . ,, 434.
Spiegeltje van Sömmering . . . . . ,, 435.
Prisma van Oberhäuser . . . . . ,, ,,
Camera lucida van Naehet . . . . . ,, 436.
,, ,, ,, Milne Edwards en Doyère . . . ,, 437.
Beeldmikroskopen tot metingen gebezigd . . . . . ,, 438.
Focimeters . . . . . ,, 440.
Goniometers van Brewster, Raspail, Chevalier, Schmidt, Pacini, Brunner, Leeson . . . . ,, 441.
Toestellen en hulpmiddelen tot bescherming der lenzen en bij mikrochemische onderzoekingen . . . . . ,, 447.
Dekplaatjes . . . . . ,, 447.
Regte en gebogen laars . . . . . ,, 449.
Buis van Raspail . . . . . ,, 450.
Mikrochemische toestel van Chevalier . . . . . ,, ,,
Prisma van Merz . . . . . ,, 451.

Elektriciteits-ontlader . . . . . bl. 452.
Werktuigen tot vervaardiging van mikroskopische praeparaten . . . . . ,, 453.
Ontleedwerktuigen van Swammerdam . . . . . ,, ,,
Pincetten van Musschenbroek, Varley, Quekett ,, 454.
Dubbelmessen . . . . . ,, 455.
Mikrotomen van Adams, Cumming, Quekett, Topping, Oschatz, de Capanema . . . . . ,, 456.
Handelwijzen tot bewaring van mikroskopische praeparaten ,, 463.
Middelen door Swammerdam aangewend . . . . . ,, 464.
Mikroskopische praeparaten van Leeuwenhoek, Custance, Ypelaar, Scholten . . . . . ,, 466.
Bewaarmiddelen van Ehrenberg, Lieberkühn, Pritchard, Bond, Goadby, Griffith, Thwaites, Reckitt, Warrington, Oschatz, Pappenheim, Purkinje . . . . . van bl. 466—473.
Verbeteringen en bijvoegselen . . . . . ,, 474.

III.

GESCHIEDENIS EN TEGENWOORDIGE TOESTAND

VAN HET

MIKROSKOOP

EN VAN DE BIJ HET

MIKROSKOPISCH ONDERZOEK GEBEZIGDE HULPWERKTUIGEN.

Om eenige zaak grondig te leeren kennen staan ons gewoonlijk twee wegen open. De eerste is eene naauwkeurige en alzijdige beschouwing dier zaak, zoo als zij zich op het oogenblik van het onderzoek aan ons voordoet. De tweede bestaat in het navorschen hoe haar tegenwoordige toestand zich allengs uit vroegere ontwikkeld heeft.

Bepaaldelijk geldt zulks van ieder der in de natuurkunde gebruikte werktuigen. Elk dier werktuigen heeft zijne eigene geschiedenis, die eene ware ontwikkelings-geschiedenis mag heeten, en men kan veilig beweeren, dat niets beter geschikt is, om tot eene heldere inzage te geleiden van het belang en de bestemming van elk der onderdeelen van zulk een werktuig, dan het onderzoek, hoe deze in den loop der tijden door trapsgewijze verbeteringen daaraan ontstaan zijn.

Het zoude niet moeijelijk vallen de waarheid hiervan door het voorbeeld van verscheidene werktuigen te staven, doch er is er welligt geen, dat zulke sterk sprekende bewijzen voor de juistheid dezer stelling oplevert, als het mikroskoop.

Terwijl in de eerste afdeeling van dit werk de onderscheidene soorten van mikroskopen uit *algemeene* gezigtspunten

beschouwd en beschreven zijn, en daarbij van die van dezen of genen maker opzettelijk niet meer gewag is gemaakt dan volstrekt gevorderd werd tot goed verstand der behandelde onderwerpen, zoo is deze laatste afdeeling gewijd aan de *bijzondere* beschrijving der mikroskopen en der bij het mikroskopisch onderzoek gebezigde werktuigen, van de eerste tijden hunner vervaardiging af, tot op onzen tijd toe.

Wij zullen het werktuig, dat in de handen der hedendaagsche natuuronderzoekers zulk een magtig hulpmiddel is geworden, om door te dringen in de geheimste schuilhoeken der schepping, van deszelfs geboorte af aan in de verschillende ontwikkelingstijdperken gadeslaan, die het opvolgend doorloopen heeft, tot dat het eindelijk dien hoogen trap van volkomenheid heeft bereikt, waarop wij het thans kennen.

Zulk eene geschiedenis is leerrijk, niet alleen tot bereiking van het zoo even genoemde doel, eene naauwkeurige kennis van het werktuig zelf en van zijne deelen, maar ook omdat zij een onderdeel uitmaakt van de algemeene geschiedenis der menschelijke wetenschap en beschaving. De opvolgende verbeteringen, die het mikroskoop ondergaan heeft, zijn meestal slechts getrouwe spiegels, waarin zich het beeld terugkaatst van den toenmaligen toestand der praktische werktuigkunde en van de kennis der wetten, die het licht volgt.

Wel is waar zullen wij eenige malen in den loop van ons geschiedverhaal gewag moeten maken van vergeefsche pogingen, van vruchtelooze proefnemingen, doch ook deze mogen niet met stilzwijgen worden voorbijgegaan, want elk dier pogingen had haren grond, en het is hoogst nuttig van achteren de redenen op te sporen, waaraan het mislukken van deze of geene proefneming te wijten is. Bovendien, — een groot dichter heeft het gezegd, en het beeld is althans

hier volkomen waar, — alle menschelijke beschaving streeft niet voorwaarts in eene regte lijn, maar steeds in de rigting eener spiraal.

Eindelijk heeft zulk eene geschiedkundige beschouwing nog eene zijde, die haar aanlokkelijk maakt. Zij geeft ons namelijk gelegenheid om den tol van erkentelijkheid te betalen aan hen, wier vernuft en werkzaamheid ons met de middelen heeft toegerust, om onze kennis te verrijken door mede te werken aan de uitbreiding der wetenschap van de natuur en hare verschijnselen. Wij staan op hunne schouders en mogen dit nimmer vergeten.

360. Men kan de geschiedenis van het mikroskoop in de volgende vier groote tijdperken verdeelen.

Het *eerste* tijdperk bevat al datgene, wat van de vroegste tijden af bekend is geweest, betreffende de middelen om voorwerpen vergroot te zien, en loopt tot omstreeks het jaar 1500 onzer tijdrekening, het tijdstip, waaromstreeks de eigenschappen van holle en bolle lenzen en de middelen om hen te vervaardigen meer algemeen bekend werden.

Het *tweede* tijdperk strekt zich uit van het genoemde jaar tot omstreeks 1600, toen de uitvinding van het zamengestelde mikroskoop plaats had, en men tevens van de loupe of het enkelvoudig mikroskoop aanving gebruik te maken tot het doen van onderzoekingen.

Het *derde* tijdperk eindigt met het jaar 1824, toen voor het eerst de juiste middelen gevonden werden, om de uitwerkselen der sphaerische en chromatische aberratiën in de mikroskopen weg te nemen, ofschoon reeds vroeger daartoe gedeeltelijk welgeslaagde pogingen waren in het werk gesteld.

Het *vierde* tijdperk eindelijk strekt zich uit tot op onzen tijd.

561. Wij moeten echter hierbij niet vergeten, dat het woord *mikroskoop* eigenlijk eene collectiefbenaming is (z. Dl. I. § 1 en 2), waarmede onderscheidene werktuigen worden aangeduid, die wel allen daarin overeenkomen, dat zij het vermogen bezitten, om van kleine voorwerpen een vergroot beeld te vormen, maar overigens in velerlei opzigten, zoowel in zamenstelling als in het doel, waartoe zij bestemd zijn, van elkander verschillen, zoodat dan ook ieder dier werktuigen tot op eene zekere hoogte zijne eigene geschiedenis heeft.

Ten einde derhalve het geschiedkundig overzigt gemakkelijker te maken, zal ik mij in het volgende niet streng houden aan de zoo even genoemde verdeeling in vier tijdperken, maar komt het mij gepaster voor, om in de eerste plaats te vermelden wat aan de ouden bekend was aangaande de middelen om voorwerpen vergroot te zien; daarna mede te deelen wat men weet aangaande de uitvinding van holle en bolle lenzen en hunne vereeniging tot het zamengesteld mikroskoop; om vervolgens bij elk der werktuigen, die met den naam van mikroskoop bestempeld zijn, afzonderlijk stil te staan; en eindelijk te besluiten met een overzigt van de geschiedenis der onderscheidene werktuigen, die bij het mikroskopisch onderzoek gebruikt worden, tevens met vermelding der handelwijzen, die ter bereiding en bewaring der voorwerpen zijn aangewend.

OVER HETGEEN AAN DE OUDEN BEKEND IS GEWEEST AANGAANDE DE MIDDELEN OM VOORWERPEN VERGROOT TE ZIEN.

362. Het is vroeger (Dl. I. § 16 en 42) gebleken, dat men op twee verschillende wijzen het vergroote beeld van eenig voorwerp kan waarnemen, namelijk ten eerste door middel van doorschijnende ligchamen met bolle oppervlakten, en ten tweede met behulp van holle spiegels. Beide zoowel de dioptrische als de katoptrische methode zijn ten behoeve van het mikroskoop aangewend, en wij zullen dus achtereenvolgens onderzoeken wat de ouden hieromtrent wisten.

363. Men treft eenige plaatsen bij de oude schrijvers aan, waaruit blijkt, dat zij met de uitwerksels van bolle doorschijnende ligchamen wel bekend waren.

Seneca (1), die in de eerste eeuw onzer jaartelling leefde, zegt: » *Poma per vitrum adspicientibus multo majora sunt*", of — zoo als hij zich in een ander gedeelte van hetzelfde boek uitdrukt — » *si innatant vitro.*" Op eene andere plaats (2) zegt hij: » *Literae quamvis minutae et obscurae, per vitream pilam aqua plenam, majores clarioresque cernuntur.*" Uit deze plaatsen blijkt

(1) *Natur. Quaest.* Lib. I. cap. 3.
(2) Ibid. cap. 7.

echter nog niet, dat de ouden bolle geslepen glazen bezeten hebben, doch de volgende plaats uit denzelfden schrijver maakt het waarschijnlijk, dat de kunst van glasslijpen hun ten minste niet vreemd was: » *Virgula solet fieri vitreae pluribus angulis — haec si ex transverso solem accipit, colorem talem, qualis in area videri solet, reddit.*" En verders: » *Si apta fabricata foret, totidem redderet soles, quot habuisset insecturas.*"

Hier wordt blijkbaar van eene hoekige staaf gesproken, welke niet door blazen, maar, hetzij door slijpen of door gieten, in dien vorm verkregen was. Nog duidelijker echter drukt Plinius (1) zich uit, waar hij, over glas handelende, zegt: *Aliud flatu figuratur, aliud torno teritur, aliud argenti modo coelatur, Sidone quondam iis officinis nobili, siquidem etiam specula excogitaverat. Haec fuit antiqua ratio vitri.*"

Bij deze plaatsen kunnen er nog andere gevoegd worden, die bewijzen, dat de ouden reeds veel vroeger in het bezit van brandglazen zijn geweest. Zoo heeft de la Hire (2) het eerst opmerkzaam gemaakt op eene plaats in *de Wolken* van Aristophanes (3), die vijf eeuwen voor Christus leefde, waar gewag wordt gemaakt van een toen wel bekend glas geschikt om, met behulp der zonnestralen, papier op eenen afstand in brand te steken. Andere plaatsen, die aanduiden dat de ouden brandglazen gehad hebben, zijn door Waller (4) verzameld, uit welke deze besluit, dat de aldaar

(1) *Hist. Natur.* Lib. XXXVI. cap. 26.

(2) *Histoire de l'Acad. royale.* 1703. Vergl. Smith *Opticks* II. *Remarks* p. 15.

(3) Act. II. Sc. 1.

(4) *Philosoph. Exper. and Observ. bij* Hooke etc. p. 318.

vermelde brandglazen geen bolle lenzen maar geheele bollen waren, en dat zij voornamelijk gebruikt werden door heelmeesters als cauterisatie-middel, alsmede door de Vestaalsche maagden om hun vuur aan te steken. Uit de zoo even genoemde plaats van Aristophanes leidt echter de la Hire te regt af, dat het daar bedoelde glas niet bol maar lensvormig was, omdat gesproken wordt van *op eenen afstand* papier in brand te steken, iets dat moeijelijk toepasselijk is op eenen bol, welks brandpuntsafstand steeds gering is.

Ook zijn er dadelijke bewijzen overgebleven, dat de ouden het in de kunst van slijpen op eene zeer groote hoogte gebragt hadden, daar zij zelfs stukken bergkristal zoowel tot eene lens- als tot eene bolvormige gedaante wisten te brengen. In sommige verzamelingen van oudheden worden dergelijke lens- en bolvormig geslepen stukken bergkristal bewaard (1). Bovendien treft men in dergelijke verzamelingen eenige overblijfselen van de graveerkunst der ouden aan, welke zoo uitstekend fijn bewerkt zijn, dat dit zonder werktuig tot vergrooting schier onmogelijk schijnt. Zoo vindt men in *l'Histoire de l'Academie des Inscriptions* (2)

---

(1) Priestley (*The historij and present state of discoveries relating to vision, light, and colours.* Londen 1772 p. 8.) zegt van deze geslepen steenen, die door sommigen gehouden worden voor aan de Druiden te hebben toebehoort: » *They are made of rock crystal of various forms, amongst which are found some that are spherical, and others lenticular; and though they are not so well wrought as to perform their office as well as they might have done, if they had been more judiciously executed, yet they are so well wrought, that one can hardly suppose it possible, that their effect, in magnifying at least, could have escaped the notice of those who had often occasion to handle them, if indeed, in the sperical or lenticular form, they were not purposely intended for the use of magnifying or burning.*"

(2) T. I. p. 270. Dit zegel bekend onder den naam van *Cachet de Michel-Ange* is van karnalijn. Deszelfs lengte (gemeten aan de afbeel-

de beschrijving van een zegel, hetwelk voor het bloote oog een geheel verward en onkenbaar beeld vertoont, maar onder het mikroskoop gebragt, zich in eenen bewonderenswaardigen arbeid verandert.

Eindelijk moeten onder de kunstwerken der ouden, welke bezwaarlijk zonder de hulp eener loupe konden vervaardigd worden, nog diegene vermeld worden, waarvan Plinius (1) spreekt. Zoo verhaalt hij, op het gezag van Cicero, dat zekere Strabo den gebeelen Ilias van Homerus op een vlies had geschreven, dat in eene noot kon besloten worden. Verders zoude Callicrates mieren en andere kleine dieren uit ivoor vervaardigd hebben, welker deelen door anderen niet meer konden onderscheiden worden. Myrmecides maakte zich beroemd door de vervaardiging van eenen vierspannigen wagen van ivoor, zoo klein, dat hij door de vleugelen eener vlieg bedekt werd, alsmede van een schip, dat onder de vleugelen eener bij verborgen kon worden.

---

ding, die bij de beschrijving gevoegd is) bedraagt 15 en de breedte 12 millim. Op deze geringe ruimte zijn niet minder dan 17 beelden van menschen en dieren gegraveerd, behalve nog eenige acessoria. Het stelt voor eene feestviering ter eere van de geboorte van Bacchus, of, volgens anderen, het feest te Athene onder den naam van *Puanepsies* bekend, dat door Theseus was ingesteld.

Intusschen bestaat de mogelijkheid, dat dit zegel door werktuiglijke middelen gesneden is, op eene der verschillende wijzen, die tegenwoordig tot hetzelfde doel worden aangewend. Zoo vertoonde Arago in de zitting van den 21sten Julij 1845 (*Compt. rend.* XXI. N°. 3) aan de fransche Academie eene op koper gesneden kaart van geheel Frankrijk, tot eene zeer kleine schaal herleid door Paulo Wicz, met behulp van een door hem uitgevonden werktuig, waaraan hij den naam van *pantograaph* heeft gegeven. Op deze kaart ontdekt men door middel eener loupe de lijnen en de namen der plaatsen met eene volmaakte netheid, hoewel de middellijn der geheele plaat naauwlijks drie centimeters bedraagt.

(1) *Natur. Hist.* L. VII. cap. 21.

564. Uit dit een en ander mag men de volgende besluiten afleiden:

1° dat de ouden de kunst bezeten hebben, om glas niet alleen te blazen, maar ook te gieten en te slijpen;

2° dat zij bolle en ook lensvormig geslepen glazen vervaardigd, en zich van deze als brandglazen bediend hebben;

3° dat zij opgemerkt hadden, dat met water gevulde bolle flesschen de voorwerpen, die er zich achter bevonden, vergroot vertoonden. Nergens wordt, wel is waar naar het schijnt, bepaald gewag gemaakt van een vergrootend vermogen der lens- of bolvormig geslepen glazen, maar men kan het als bijna onmogelijk stellen, dat dit aan diegenen, welke deze glazen dikwerf gebruikten, geheel ontgaan zijn zoude.

Sommigen hebben zelfs gemeend bij de oude schrijvers aanduidingen te vinden van optische werktuigen. Zoo voert Paucirollus (*De rebus inventis.* Tit. 15) door Molyneux (1) aangehaald, eene plaats aan, die bij Plautus zoude voorkomen: »*Cedo vitrum, necesse est conspicilio uti*", doch volgens Molyneux is deze aanhaling onjuist en de bedoelde plaats nergens te vinden.

Junius (2) deelt uit Pisidas, een Christen schrijver, die in de 7de eeuw te Constantinopel leefde, de volgende zinsnede mede: »τα μελλοντα ως δια διοπτρου συ βλεπεις." Wat hier voor een werktuig, waardoor toekomende dingen zigtbaar zouden zijn, door het woord διοπτρον bedoeld worde, is thans moeijelijk uit te maken, maar het schijnt niet

(1) *Treatise of Dioptricks.* London 1692. p. 253.

(2) Zie Jones, *An essay on the first principles of Natural philosophy.* Oxfort, 1762, p. 277.

dat er eenige bepaalde grond bestaat om hier aan eenen verrekijker te denken, zoo als Jones doet.

Doch alhoewel men het als uitgemaakt mag beschouwen, dat de ouden bekend waren met de voornaamste uitwerkselen van bolle doorschijnende ligchamen, zoo schijnt het niet te min zeker, dat zij van de oorzaak dier verschijnselen, namelijk de breking der lichtstralen, geen helder denkbeeld hadden, schoon het hun niet ontgaan was, dat er eene afwijking van de regte lijn ontstaat, indien voorwerpen gedeeltelijk onder water gezien worden, gelijk blijkt uit sommige plaatsen der werken van Aristoteles en Plutarchus (1). Ptolemaeus, die in de 2de eeuw onzer jaartelling leefde, en de straalbreking zeer goed kende en zelfs gemeten heeft, schijnt met de verschijnselen der bolle doorschijnende ligchamen niet bekend te zijn geweest. De eerste, die daarvan eene alhoewel onjuiste verklaring gaf, was Vitellio, die omstreeks 1270 schreef, en kort na hem Roger Bacon, doch over hen straks nader.

365. Dat de kennis der ouden aangaande de verschijnselen der *terugkaatsing van de lichtstralen* meer volledig waren, is niet te betwijfelen. Het is genoeg bekend, dat men reeds vroegtijdig brandspiegels vervaardigd heeft, welke, indien datgene, hetwelk van hunne uitwerkselen verhaald wordt, voor waar mogt gehouden worden, die van onzen tijd zelfs in vermogen overtroffen zouden hebben. Het zal naauwelijks noodig zijn hier te herinneren aan het bekende schoon door velen betwijfelde verhaal van het in brand steken

(1) Te vinden bij Regnault, *L'origine ancienne de la physique nouvelle*. Amsterdam 1765, p. 175.

der Romeinsche schepen voor Syracuse door Archimedes (1).

Archimedes zoude ook eene verhandeling hebben geschreven over parabolische brandspiegels, doch welke verloren is gegaan. Er bestaat verders eene aan Euclides toegeschreven *Optica*, waarin ook over de verschijnselen der holle spiegels gehandeld wordt, doch er zijn redenen, om te vermoeden, dat dit werk niet van Euclides afkomstig is (2). In elk geval is hetzelve echter van hooge oudheid, terwijl het zeker is, dat de wetten, die het licht bij de terugkaatsing volgt, bepaaldelijk die van de gelijkheid der hoeken van inval en van terugkaatsing, reeds zeer vroeg aan de volgelingen van Plato, waartoe ook Euclides behoord heeft, bekend geweest zijn.

Dat de ouden van de eigenschappen van den hollen spiegel gebruikt gemaakt hebben, om voorwerpen vergroot te zien, vinden wij medegedeeld in de volgende vuile door Porta (3) aangehaalde plaats: » *Talia fecit concava specula* Hostius, *ut refert* Seneca, *ut redderent majorem justo imaginem, qui quadra fuit libidinis magna, sic specula disponens, ut dum draucum pateretur, sui admissarii motus omnes adversus videret, talique crassa membri crassitie se ipsum fallens oblectaretur.*"

---

(1) Omstandig handelt hierover, behalve vele oudere schrijvers, Wilde in zijne *Geschichte der Optik*, 1838. I. p. 31 et seq.

(2) *Encyclopaedia Brittanica* XIV. p. 179. Anderen (Wilde l. c. I. p. 11) meenen, dat hetzelve wel door Euclides geschreven, doch door Theon en andere commentatores veranderd is.

(3) *Magia naturalis, sive de miraculis rerum naturalium*, Antwerpiae, 1560. lib. 4. cap. 14. In eene latere in 1607 te Frankfort verschenen uitgave in 20 boeken, lib. 17, cap. 4.

LATERE GESCHIEDENIS DER LENZEN EN UITVINDING DER BRILLEN.

366. Wij moeten thans eene tijdruimte van niet minder dan tien eeuwen overstappen, eene tijdruimte, welke voor de beoefening der wetenschappen zeer weinig heeft opgeleverd, terwijl van dat weinige nog slechts een gering gedeelte tot ons is overgekomen. De eerste, welke na dien tijd gewag maakte van de verschijnselen der bolle glazen, is Alhazen Ben Alhazen, een Arabier, die omstreeks het jaar 1100 leefde, en een werk over Optica schreef, waarin men vindt vermeld, dat indien een voorwerp digt tegen de vlakke oppervlakte van een segment van eenen glazen bol wordt gehouden, waarvan de bolle kant naar het oog gekeerd is, het zich dan vergroot zal vertoonen (1). Hier vinden wij dus het eerst gewag gemaakt van de werking eener plano-convexe lens, ofschoon Alhazen niet opgemerkt heeft, dat het onnoodig is het voorwerp vlak tegen de lensoppervlakte te houden.

Vitellio, een Pool, heeft later (1270), al wat in het werk van Alhazen belangrijk was behoudende, eene verhandeling over Optica geschreven, waarin van hetzelfde verschijnsel wordt gewag gemaakt, ofschoon zoowel zijne waarnemingen

(1) *Opticae thesaurus* Alhazeni *Arabis*. Basileae 1572. lib. VII. 41 en 45.

als zijne verklaringen zeer onjuist zijn (1), en het bijna zeker schijnt, dat hij niet uit eigen ondervinding spreekt, maar alleen datgene heeft willen vermelden, wat Alhazen daaromtrent zegt, en het daarbij duidelijk is, dat hij dezen laatsten verkeerd heeft verstaan, want terwijl Alhazen van de werking van een bolsegment spreekt, dat grooter dan een halve bol is, vermeldt daarentegen Vitellio een segment, dat kleiner dan een halve bol is, en meent dat het punt, waarin zich al de stralen, die door zulk een segment gaan, vereenigen, juist het middelpunt van den bol moet wezen.

Een tijdgenoot van Vitellio was Roger Bacon (geboren 1214, gestorven 1292) een man, die allen, welke gelijktijdig met hem leefden, voorbijstreefde in kennis aangaande de natuur en hare verschijnselen, en het gewone lot moest ondervinden van hem, die uitmunt in kennis, terwijl alle die hem omringen dom en onwetend zijn. Men beschuldigde hem van toverij, hij werd in de gevangenis geworpen, waarin hij tien jaren lang zuchtte, en volgens sommigen stierf (2).

Op vele plaatsen zijner schriften treft men bewijzen aan, dat het gebruik van bolle glazen hem gemeenzaam was, en zelfs zijn er tamelijk duidelijke sporen van zijne pogingen, om deze tot meer zamengestelde optische werktuigen te vereenigen (3).

---

(1) Vitellionis *Thuringopoloni* libri X. a *Federico Risnero*, Basileae 1572, lib. X. 48; tegelijk met het werk van Alhazen uitgegeven in Reiner *Opticae Thesaurus*. Bas. 1583.

(2) Vergelijk hieromtrent Molyneux, l. c. p. 257.

(3) De volgende uittreksels zijn overgenomen uit de werken van Molyneux en van Smith.

Zoo zegt hij: » *Si vero corpora non sunt plana, per quae visus videt, sed sphaerica, tunc est magna diversitas, nam vel concavitas corporis est versus oculum vel convexitas, etc.*" en een weinig verder vervolgt hij aldus: » *De visione fracta majora sunt, nam de facile patet, maxima posse apparere minima et e contra; et longe distantia videbuntur propinquissime et e converso. Sic etiam faceremus Solem et Lunam et Stellas descendere secundum apparentiam hic inferius,*" etc.

Het duidelijkst bewijs echter voor de bekendheid van Bacon met vergrootglazen levert de volgende plaats (1): » *Si vero homo aspiciat literas et alias res minutas per mediam crystalli, vel vitri, vel alterius perspicui suppositi literis, et sit portio minor spherae, cujus convexitas sit versus oculum, et oculus sit in aëre, longe melius videbit literas, et apparebunt ei majores. Nam secundum veritatem canonis quinti de sphaerico medio infra quod est res, et citra ejus centrum, et cujus convexitas est versus oculum; omnia concordant ad magnitudinem: quia angulus major est sub quo videtur, et imago est major, et locus imaginis est propinquior, quia res est inter oculum et centrum, et ideo hoc instrumentum est utile senibus et habentibus oculos debiles. Nam literam quantumcumque parvam possunt videre in sufficiente magnitudine.*"

Eindelijk verhaalt nog Record (2) dat Bacon een glas geslepen heeft, waardoor men zulke zonderlinge zaken zag, dat men de werking daarvan algemeen aan de magt des duivels toeschreef.

---

(1) *Opus majus.* London 1733. p. 352.
(2) *Chemin de la Science* 1551.

Uit dit alles volgt onzes inziens (1):

1° dat Bacon plano-convexe lenzen bezat, en met derzelver vergrootend vermogen door eigen waarneming zeer wel bekend was;

2° dat hij de oorzaak, waarom zij het voorwerp vergroot vertoonen, daaraan toeschreef, dat zij veroorlooven het voorwerp onder eenen grooteren hoek te zien, en

3° dat hij het nut inzag, hetwelk dergelijke lenzen voor hen moeten hebben, die oud en zwak van gezigt zijn.

Dat deze laatste opmerking onmiddelijk leiden moest tot de uitvinding der brillen schijnt duidelijk, alhoewel het betwijfeld kan worden, of Bacon wel glazen vervaardigd

---

(1) Er is over de kennis, die Bacon aangaande de verschijnselen door bolle glazen had, veel geschreven. Terwijl sommigen in hem den uitvinder zelfs van optische werktuigen meenen te zien, zijn anderen van oordeel, dat hetgeen hij aangaande het vergrootend vermogen van bolle glazen vermeldt, niet eens op eigen ondervinding berust, maar alleen aan de werken van Alhazen en Vitellio ontleend zoude zijn. Werkelijk zijn er in de aangehaalde plaatsen eenige duistere punten, die dit vermoeden schijnbaar wettigen. Zoo spreekt ook Bacon van het leggen van het vergrootglas op de letters, en de canon, waarop hij zich beroept, verklaart het verschijnsel eigenlijk niet, daar hij aldaar alleen spreekt van voorwerpen, die zich binnen in eene digtere middenstof, namelijk water, bevinden. Het komt mij echter voor, dat het door Bacon gezegde eene te levendige voorstelling van het verschijnsel bevat, om aan te nemen, dat hij enkel anderen zoude hebben nageschreven, ofschoon hij dan ook in de verklaring moge gedwaald hebben. Bovendien moeten wij niet uit het oog verliezen, dat zeer kort na of reeds vóór den dood van Bacon de brillen werkelijk bekend zijn geworden, en dat het moeijelijk is aan te nemen, dat men op eens, bijna zonder voorbereiding, tot het daarstellen van brillenglazen zoude gekomen zijn, terwijl het daarentegen veel meer overeenkomstig den gewonen gang der menschelijke ontdekkingen is te veronderstellen, dat men, na de verschijnselen van bolle doorschijnende ligchamen te hebben opgemerkt, allengs glazen is begonnen te slijpen van al verder en verder brandpunt, tot dat men eindelijk glazen verkregen had, welke tot het oogmerk, waartoe de brillenglazen bestemd zijn, geschikt waren.

heeft met een vèr brandpunt, zoo als die der eigenlijke brillen, maar dat hij veeleer bedoelde het in de hand houden of op het schrift leggen van een sterker vergrootglas, bepaaldelijk met het oogmerk, om daardoor letters duidelijk te kunnen lezen.

367. Hoe dit zij, zeker is het, dat kort na den dood van Bacon, zoo niet reeds vóór denzelven, de brillen in Europa (1) in gebruik zijn gekomen (2).

---

(1) Het is bekend, dat verscheidene uitvindingen, zoo als van het buskruid, van de compasnaald, enzv. reeds vroeger bij de Chinezen gedaan zijn. Men zoude schier vermoeden, dat hetzelfde ook van de brillen geldt; althans het schijnt wel, dat deze door de Chinezen onafhankelijk van de Europeanen zijn uitgevonden. Hunne brillen verschillen namelijk zeer van de bij ons gebruikelijke, en bestaan uit twee groote, gedeeltelijk convex gedeeltelijk concaaf geslepen ronde schijven van een mineraal, dat zij Scha-chi, d. i. theesteen, noemen, uithoofde der gelijkheid van kleur met een sterk theeaftreksel. Deze doorschijnende schijven bevestigen zij, door middel van zijden snoeren achter de ooren voor de oogen. (Carl. Bursy, *Das künstliche Licht und die Brillen*, Mittau und Leipzig 1846 s. 29).

Indien men sommigen gelooven wil, dan zoude echter veel vroeger dan ergens elders het gebruik der brillen zijn bekend geweest bij de Zuid-Amerikaansche volkeren, wier beschaving van overoude tijden thans nog tot ons spreekt uit de voortbrengselen hunner bouw- en beeldhouwkunst. Op de 2de en 3de plaat van het werk van A. Voit, *Denkmäler der Kunst zum Uebersicht ihres Entwickelungsganges*, etc. Stüttgart 1845 Hft. I, vindt men verscheidene afbeeldingen van zulke overblijfselen uit Mexico, Peru enz, en daaronder eene, welke een hoofd voorzien van eenen bril zoude moeten voorstellen. (Z. *Literaturblatt* van Dr. Wolfgang Menzel 1845. No. 104 s. 116). Het zal echter ter naauwernood behoeven gezegd te worden, dat, om eenig vertrouwen te verdienen, deze duiding nog meerdere waarborgen voor hare juistheid zoude behoeven, dan de enkele overeenkomst in vorm en plaats.

(2) Er zijn omtrent de uitvinding der brillen ook fabelachtige verhalen in omloop. Zoo zoude de heilige Hieronymus, die in de 4de eeuw leefde, deze reeds gekend hebben, en nog in 1660 zag men in Venetie op de winkeldeur van eenen brillenkoopman het opschrift: *San Girolamo inventore degl'occhiali.* Welligt is deze dwaling haar ontstaan aan niets

Ménage (1) deelt het volgende mede uit een grieksch gedicht, waarvan het handschrift bewaard werd in de koninklijke fransche bibliotheek, en welks schrijver omstreeks het jaar 1150 leefde. Deze, spottende met de geneesheeren van zijnen tijd, zegt: »dat zij de uitwerpselen hunner zieken met een glas bekijken." Indien deze woorden aanduiden, dat de toenmalige geneesheeren de uitwerpselen hunner lijders werkelijk door middel van een bol glas onderzochten, dan zoude inderdaad de aanwending van het vergrootglas als middel tot diagnostiek van vrij wat oudere dagteekening zijn, dan men veelal gelooft; doch daar er volstrekt geene melding wordt gemaakt van de gedaante, welke dit glas had, noch van het doel van deszelfs gebruik, zoo is ons veroorloofd het als meer aannemelijk te beschouwen, dat de geneesheeren met de aanwending daarvan meer ten oogmerk hadden hunnen neus te bewaren, dan hunne oogen te versterken.

Meerdere zekerheid omtrent den tijd der uitvinding van de brillen zijn wij verschuldigd aan de door Redi (2) in het werk gestelde nasporingen. Deze stelt haar namelijk

---

anders verschuldigd dan aan de anachronismen, die door schilders werden begaan, waaronder er geweest zijn, zoo als Domenico del Ghirlandajo (geb. in 1451, gest. in 1595), die St. Hieronymus werkelijk met eenen bril op den neus hebben afgemaald. Aan dezelfde tijdrekenkundige zonde maakte zich ook Ludovico Candi da Cigoli (geb. in 1559, gest. in 1613) schuldig, op zijne schilderij van den ouden Simeon met het Christuskind in de kerk San Francesco di Prato. (C. Bursy, l. c. p. 26).

(1) *Origini delle Lingua Italiana*, Genevae 1685, aangehaald door Molyneux, *Dioptrica nova*, p. 251.

(2) In twee brieven geschreven aan Carlo Dati en aan Paolo Falconieri, te vinden in het 4de deel zijner werken, in uittreksel medegedeeld door Spon *Recherches curieuses d'antiquité*, Lyon p. 163, en in de *Philos. transact.* 1683 p. 392. De in den tekst aangehaalde plaatsen zijn ook te vinden in Girolamo Tiraboschi *Storia della Letteratura Italiana*. Modenae 1793, p. 196 et seq.

tusschen 1280 en 1311, zich grondende op de volgende getuigenissen. In eene kronijk in handschrift berustende bij de predikbroeders van St. Catharina te Pisa, en opvolgend door verschillende gelijktijdig levende schrijvers geschreven, leest men dat: » *frater* Alexander de Spina, *vir modestus et bonus quaecunque vidit aut audivit facta, scivit et facere. Ocularia ab aliquo primo facta, et communicare nolente, ipse fecit et communicavit corde hilari et volente.*" Deze Alexander de Spina nu was geboren te Pisa en stierf aldaar in 1313; hij verstond de kunst om brillen te maken hetzij op het laatst der dertiende of in het begin der volgende eeuw, en ofschoon hem de eer der eerste uitvinding niet toekomt, zoo heeft hij echter de groote verdienste gehad van haar openbaar te hebben gemaakt.

Dat werkelijk die uitvinding reeds geschied is in de laatste jaren der dertiende eeuw, volgt uit eene merkwaardige plaats voorkomende in een handschrift geschreven in 1299, en getiteld: *Trattato del governo da Sandro di Pipozzo di Sandro Fiorentino*, waarin de schrijver zegt: » dat hij zoozeer onder den ouderdom gebukt gaat, dat hij noch lezen noch schrijven kan zonder die glazen, welke men brillen noemt, en welke onlangs zijn uitgevonden tot groot gerief van oude lieden, wanneer hun gezigt zwak wordt" (1). Hiermede in overeenstemming is hetgeen Giordano da Rivalta, — die in het jaar 1311 in het klooster van St. Catharina te Pisa stierf, en dus een kloosterbroeder van Alexander de

(1) » *Mi trovo cosie gravoso di anni, che non che non arei vallenza di leggiere e scrivere senza vetri apellati okiali truovati novellamente per comoditae delli poveri veki, quando affiebolano del vedere.*"

Spina was, — in eene preek te Florence gehouden den 23ⁱᵉᵉⁿ Februarij 1305, aan zijne tochoorders verhaalde, t. w. » dat het nog geen twintig jaar geleden was, sedert de kunst, om brillen te vervaardigen werd uitgevonden, eene kunst, welke eene der nuttigste ter wereld is," er bijvoegende » dat hij den uitvinder zelf gezien en gekend heeft" (1). Dat werkelijk in de eerste jaren der veertiende eeuw de brillen reeds tamelijk bekend waren (2), volgt daaruit dat Bernard Gordon, een beroemd geneesheer te Montpellier, in hetzelfde zoo even genoemde jaar, namelijk 1305, in zijn *Lilium Medicinae* het voorschrift eener oogzalf vergezeld deed gaan van de aanbeveling: » *et est tantae virtutis, quod decrepitum faceret legere Literas minutas absque Ocularibus.*"

Intusschen bleef de naam van den waren uitvinder een geheim, tot dat Leopoldo del Migliore, een Florentijnsch oudheidkundige, in de kerk van St. Maria Maggiore te Florence een oud grafschrift ontdekte, luidende: » *Qui diace Salvino d'Armato degli Armati di Fir. Inventor degli Occhiali. Dio gli perdoni la peccata.* Anno D. MCCCXVII (3). Dit grafschrift, in verband gebragt met de boven vermelde door Redi aangevoerde getuigenissen,

(1) » *Non è ancora vent' anni, che si trovò l'arte di fare gli occhiali, che fanno veder bene, che è una delle migliori arti e delle più necessarie, che il mondo abbia.*" En verders: » *E disse il lettore: io vidi colui, che prima la trovò e fece, e favellaigli.*"

(2) Al. v. Humboldt, *Kosmos* II. p. 503, zegt: » dat in Haarlem reeds in het begin der veertiende eeuw de brillen bekend waren," zonder echter de bron te vermelden, waaruit hij dit voor de geschiedenis der optische werktuigen in ons vaderland voorzeker niet onbelangrijk feit geput heeft.

(3) Zie Tiraboschi, l. c. p. 198, Musschenbroek, *Introd. ad philos. nat.* II. p. 786 en Volkmann, *Nachrichten aus Italien* I. p. 542.

maakt het hoogst waarschijnlijk dat Armati de man geweest is, dien Giordano da Rivalta als den eersten vervaardiger van brillen zegt gekend te hebben, en van wien Alexander de Spina de kunst heeft afgezien.

368. Nemen wij nu alles te zamen, wat tot hiertoe gezegd is, dan blijkt, dat reeds in zeer oude tijden het vergrootend vermogen van bolle doorschijnende ligchamen, alsmede de kunst om glas en zelfs bergkristal te slijpen, zijn bekend geweest. Later vinden wij dat deze kunst bewaard is gebleven, en wel inzonderheid bij de monniken, schier de eenigen, die in den toenmaligen tijd de bezitters van wetenschap en kunst waren. Meer dan waarschijnlijk is het toch, dat, behalve Roger Bacon, ook anderen hunner met de handelwijzen der ouden bij het glasslijpen bekend waren, gelijk reeds blijkt uit het aangehaalde voorbeeld van Alexander de Spina, die blijkbaar de kunst van glasslijpen verstond, daar hij zonder onderrigt de door eenen anderen vervaardigde brillen wist na te maken. De uitvinding der brillen heeft derhalve alleen daarin bestaan, dat men begonnen is lenzen te slijpen met eenen verderen brandpuntsafstand dan vroeger geschied was, en het waarschijnlijkst is, dat zulks tusschen de jaren 1285 en 1290 heeft plaats gegrepen.

In de laatste helft der volgende eeuw waren de brillen reeds zoo algemeen verbreid, dat Guido de Chauliac (1) in 1363, na in zijne *Chirurgia magna* eenige oogwaters voorgeschreven te hebben, zegt: » dat wanneer deze niet helpen, men dan eenen bril moet nemen."

(1) Aangehaald bij Molyneux, l. c. p. 257.

Ook werd het brillenslijpen allengs een handwerk, dat op alle plaatsen van eenig belang werd uitgeoefend. Op het laatst der 16de eeuw vinden wij te Middelburg twee brillenslijpers met name vermeld (1), en ten tijde van Leeuwenhoek (2) bevonden er zich drie te Leiden. Het gelukkig gevolg dezer algemeene bekendheid met de kunst van glas tot lenzen te slijpen is de uitvinding geweest van de twee magtigste hulpmiddelen tot waarneming, die wij bezitten, namelijk den verrekijker en het mikroskoop.

---

(1) Hans Janssen met zijnen zoon Zacharias en Lippershey.
(2) *Sendbrieven*, Delft. 1718. p. 169.

UITVINDING VAN HET ZAMENGESTELD MIKROSKOOP EN EERSTE AANWENDING DER ENKELVOUDIGE LENS TOT WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK.

369. Wij zijn thans genaderd tot het tijdstip, waarop de eigenlijke geschiedenis van het mikroskoop eenen aanvang neemt, van het mikroskoop namelijk beschouwd als een werktuig, dat dienen moest om den sluijer op te ligten van die natuurverschijnselen, welke voor het bloote oog onoplosbare raadsels zijn. Hoewel men toch, zooals wij zagen, sedert eeuwen het vergrootend vermogen van bolle glazen en spiegels kende, en er zelfs bij het uitvoeren van fijnen kunstarbeid waarschijnlijk van gebruik bad gemaakt, zoo schijnt het echter niet dat iemand op het denkbeeld is gekomen, om daarmede het oog te wapenen, ten einde dieper door te dringen in de geheimen der natuur. De enkelvoudige lens was sedert lang bekend, maar zij was nog geen mikroskoop; dit werd zij eerst op het oogenblik, dat zij tot het onderzoek van natuurvoorwerpen, die door hunne kleinheid het oog ontsnapten, werd aangewend. Wanneer dit het eerst is geschied, is moeijelijk met eenige zekerheid te bepalen (1).

(1) Philippus Bonannus (*Observationes circa viventia, quae in rebus non viventibus reperiuntur, cum Micrographia curiosa.* Romae, 1691. p. 7 der *Micrographia*) heeft eene lijst gegeven van degenen, welke tot op zijnen tijd toe hunne waarnemingen, met het mikroskoop

Volgens de meening van Huijgens (1), zouden de enkelvoudige lenzen als mikroskopen na het uitvinden der verrekijkers in gebruik zijn gekomen (2). Zeer waarschijnlijk komt het mij voor, dat men eerst na de uitvinding van het zamengesteld mikroskoop zich meer en meer is gaan toeleggen op het slijpen van kleinere en kleinere lenzen, en deze ook afzonderlijk als mikroskopen gebruikte, inzonderheid nadat de uitstekende waarnemingen van Leeuwenhoek getoond hadden, wat men daarmede kon uitrigten.

Doch alvorens verder te spreken over de lotgevallen van het enkelvoudig mikroskoop, moeten wij eenige oogenblikken stilstaan bij de uitvindingsgeschiedenis van het zamengesteld mikroskoop.

370. Twee volken betwisten elkander tot op den hnidigen dag de eer der uitvinding van dit werktuig. Het zijn de Italianen en de Hollanders, en bij beiden heeft men die eer voor meer dan éénen willen inroepen. Bij de eersten zijn het Fontana en Galilaeus (3); bij de laatsten

---

verrigt, beschreven hadden. Aan het hoofd van dezen noemt hij George Hoefnagel, die in 1592 te Frankfort een werk uitgaf over insekten, waarbij vijftig koperen platen gevoegd werden. Dit werk is mij onbekend, doch indien er werkelijk mikroskopische waarnemingen in worden medegedeeld, dan zijn deze met enkelvoudige lenzen verrigt, daar, gelijk straks blijken zal, in dat jaar het zamengesteld mikroskoop ter naauwernood kan bekend zijn geweest.

(1) *Opuscula posthuma*, Amstelodami 1728. I. *Dioptrica* p. 170.

(2) Een uittreksel uit eenen brief van Peirese in 1622 geschreven, en waarin van het enkelvondig mikroskoop wordt gewag gemaakt, zal ik straks mededeelen.

(3) Er zijn er die hier ook Porta noemen (zie Chevalier, *Die mikroskope und ihr Gebrauch*, *übers*, *von* Kerstein 1843 p. 1). Ik geloof echter niet dat deze hier in de allerminste aanmerking kan komen. Noch in de uitgave zijner *Magia Naturalis* in 4 boeken in 1560 uitgekomen,

Drebbel een Alkmaarder, en twee Middelburgers namelijk Hans en Zacharias Janssen, vader en zoon.

Fontana gaf in 1646 te Napels een boek uit, onder den titel van *Novae celestium Terrestriumque observationes*, waarin hij verhaalt, dat hij het mikroskoop in 1618 zoude hebben uitgevonden, en het getuigenis van eenen Jesuit aanvoert, die hetzelve zeven jaren later bij hem gezien heeft. Dit getuigenis luidt aldus: *Ego Hieronymus Sirsalis soc. Jesu. S. T. P. in collegio Neapolitano testatum volo me circiter annum* 1625 Francisci Fontanae *vidisse Microscopium ab ipso mira arte compositum*," etc.

Van den tweeden, namelijk Galilaeus, verhaalt zijn levensbeschrijver Viviani dat de uitvinding der verrekijkers hem tot die der mikroskopen gebragt heeft, en dat hij in 1612, zulk een werktuig aan Casimir koning van Polen heeft gezonden (1).

Omtrent Drebbel vindt men door Huijgens (2) berigt, dat velen bij dezen, die zich toen te Londen ophield, in

---

noch ook in de latere van 1607 in 20 boeken, wordt iets gevonden, dat hiertoe aanleiding kan geven. Ter naauwernood spreekt hij over het vergrootend vermogen der lenzen. Porta heeft, wel is waar, nog een boek geschreven: *De refractione Optica*, hetwelk ik niet zelf gelezen heb, doch noch Wilde in zijne *Geschichte der Optik*, noch Libri in zijne *Histoire des sciences mathematiques en Italie*, die zeer uitvoerig over Porta handelt, vermelden iets, dat op de uitvinding van het mikroskoop door hem betrekking heeft. — Eene andere vraag is het echter, of Porta den verrekijker niet gekend hebbe. Men vindt hieromtrent eenige opmerkelijke zinsneden in het 10de Hoofdstuk zijner *Magia naturalis* (1607), die in lateren tijd wel eens te zeer zijn over het hoofd zijn gezien.

(1) Viviani *Divinatio* II. p. 123. Galilei *Opere* I. p. XX. Later is aangetoond, dat Galilaeus niet aan Casimir, maar aan Sigismund koning van Polen zijn mikroskoop gezonden heeft; zie Libri, *Hist. des Mathem. en Italie*. IV. p. 222.

(2) *Dioptrica*. p. 170.

1621 mikroskopen gezien hebben, en dat hij daar algemeen voor derzelver eersten uitvinder gehouden werd (1).

In eenen brief door Peiresc te Parijs, den 21 December 1622, aan G. Cambden te Londen geschreven, komt verders het volgende voor (2).

» *On nous racconte ici de grandes merveilles des inventions de Sieur* Cornelius Drubelsius, *Alcmariensis, qui est au service du Roy de la Grand Bretagne, resident en une maison près de Londres. Je vous supplie de m'écrire un mot de la verité de chacune de ces inventions. Nous avons bien vu ici de ses petites lunetles, qui font voir des cirons et des mistes gros comme des mouches (microscopes), mais je voudrais bien être assuré de ce qu'il y a de vrai touchant ces autres inventions.*"

Uit deze woorden blijkt, dat er in 1622 te Parijs mikroskopen door Drebbel vervaardigd gezien zijn. Er blijkt echter niet uit, dat het zamengestelde mikroskopen zijn geweest, maar veeleer dat het kleine mikroskoopjes met

---

(1) Hoe zonderling de zaken soms verdraaid worden door eene gebrekkige en onachtzame compilatie, blijkt uit het voorbeeld van Giovanni Santini, die in zijne *Teorica degli stromenti ottici*, Padova 1823 p. 153, blijkbaar na Huijgens gelezen te hebben, schrijft: *Sembra doversi stabilire una si utile invenzione fra il* 1623 *ed il* 1621, *e doversene attribuire l'onore all' inglese* Drebbel," etc. Hier wordt derhalve Drebbel tot een engelschman gemaakt. Nog fraaijer echter maakt het de verslaggever van Brewster's *Martyrs of science*, in de *Bibliothèque univ. de Génève* 1846 Janvier p. 319: » *Il* (Gallilée) *affirme qu'il n'a vu aucun des télescopes de* Dutch," schrijft hij, blijkbaar niet wetende dat *Dutch* geen eigennaam is, maar Hollander beteekent. — Brewster zelf noemt Janssen herhaaldelijk Zansz. (*Treat. on the microsc.* p. 2.)

(2) Zie Van Cappelle, *Bijdragen tot de geschiedenis der Wetenschappen en letteren in Nederland.* 1821. p. 92.

eene enkele lens waren, van die soort, welke men later *vitra pulicaria* heeft genoemd.

Wat Hans en Zacharias Janssen betreft, zoo is het getuigenis omtrent hun regt op de uitvinding bevat in het boekje van Petrus Borellus (1): *De vero telescopii inventore, cum brevi omnium conspiciliorum Historia... accessit etiam centuria observationum microscopicarum.* Hagae comitum, 1655. Voor ons bepaald doel is hier vooral van gewigt de daarin vervatte brief aan den schrijver gerigt door Willem Boreel Middelburger van geboorte, en toenmaals gezant bij het hof van Frankrijk (2). Uit dien brief blijkt,

(1) Pierre Borel, geboortig van Cartres was gewoon lijfarts van Lodewijk XIV, lid van de Academie der wetenschappen, en stierf in 1689. Behalve van het bovengenoemde werkje is hij nog de schrijver van verscheidene andere boeken, zoowel van geneeskundigen als van oudheidkundigen inhoud.

(2) Willem Boreel, Baron van Vroendijke, Heer van Duinbeke, Pensionaris van Amsterdam, is geboren te Middelburg in 1591. Hij was in 1619 Advocaat der Oostindische Compagnie, en werd als zoodanig in dat jaar naar Engeland gezonden. Na andere gezantschappen vertrok hij in 1627 als gewoon Ambassadeur naar Parijs. (Zie verders over hem Scheltema, *Staatkundig Nederland*). Tijdens zijn verblijf aldaar leerde hij Pierre Borel kennen. Beiden bestonden elkander niet in den bloede, gelijk uit de opdragt: » *Senatui Populoque Middelburgensi*," blijkt, doch P. Borel zegt daarin dat hij, op verlangen van W. Boreel, de pen heeft opgevat, om het regt van Middelburg te verdedigen.

Het boven bedoelde gedeelte van den brief van W. Boreel, hetwelk betrekking heeft op de uitvinding des mikroskoops, luidt aldus:

» *Middelburgum Selandorum Metropolis mihi patria est: juxta aedes ubi natus sum in Foro olitorio Templum novum est cujus parentibus* (parietibus?) *nectuntur aedificulae quaedam satis humiles; harum unam prope Portum Monetariam Occidentalem inhabitabat Anno* 1591 *(cum natus sum) quidam conspiciliorum confector nomine Hans, uxor ejus Maria, qui Filium habuit praeter Filias duas, Zachariae nomine quem novi familiarissime, quia puero mihi vicino vicinus ab ineunte tenerrima aetate colludens. Semper adfuit, egoque puer in Officina ipsi saepiuscule adfui. Hic Hans, id est, Johannes, cum filio suo Zacharia, ut saepe audivi, Microscopia primi invenere, quae Principi Mauritio Gubernatori et summo Duci Exercitus Belgicae foederatae*

dat Boreel den in de buurt van het huis zijns vaders wonenden brillenslijper Hans en diens zoon Zacharias zeer goed gekend heeft, en dikwijls in hunnen winkel is geweest. Den laatsten noemt hij zijnen speelmakker. Verders verhaalt Boreel, dat door beide genoemde Middelburgers vader en zoon, lang vóór 1610, mikroskopen gemaakt zijn, waarvan zij er een aan Prins Maurits gegeven hebben, en naderhand een ander aan den Aartshertog Albert van Oostenrijk, die hetzelve schonk aan Drebbel, bij wien Boreel het zelf gezien heeft. Dit verklaart dan ook, waarom sommigen Drebbel voor den uitvinder hielden, alhoewel het zeer waarschijnlijk is, dat deze, eenmaal in het bezit van het mikroskoop van Hans en Zacharias Janssen zijnde, hetzelve zal hebben nagemaakt, daar Huijgens spreekt van mikroskopen, die bij hem gezien zijn.

Uit het zoo even uit den brief van Peiresc aangehaalde, zoude men echter kunnen besluiten dat Drebbel zich niet alleen bepaalde bij het vervaardigen van zamengestelde mikroskopen, maar dat hij ook lenzen tot enkelvoudige mikroskopen inrigtte. Doch indien hij ook al de eerste mogt

---

obtulerunt, et honorario aliquo donati sunt. Simile Microscopium postea ab ipsis oblatum fuit Alberto Archiduci Austrico Belgicae Regiae supremo Gubernatori. Cum in Anglia anno 1619 *Legatus essem, Cornelius Drebelius Alckmarianus Hollandus, vir multorum secretorum Naturae conscius, ibique Regi Jacobo in Mathematicis inserviens, et mihi familiaris, ostendit illud ipsum instrumentum mihi quod Archidux ipsi Drebelio dono dederat, videlicet Microscopium Zachariae istius, nec erat (ut nunc talia monstrantur) curto tubo, sed fere ad sesquipedem longo cui tubus ipse erat ex aere inaurato, latitudinis duorum digitorum in diametro insidens tribus delphinis ex aere, itidem subnixis, in basis disco ex ligno Ebeno, qui discus continebat impositas quisquilias, aut minuta quaeque, quas desuper inspectabamus forma ampliata ad miraculum fere maxima. Ast longe post, nempe anno* 1610, *inquirendo paulatim etiam ab illis inventa sunt Middelburgi Telescopia longa syderea,*" etc.

geweest zijn, die dit gedaan heeft, dan kan men dit toch nog ter naauwernood met den naam eener uitvinding bestempelen.

Wat het door de Janssens vervaardigd en door Boreel bij Drebbel gezien mikroskoop betreft, zoo blijkt uit de geheele beschrijving dat dit een zamengesteld mikroskoop is geweest, weinig verschillend van die, welke nog eenen geruimen tijd later vervaardigd werden. Straks zullen wij nog nader op de waarschijnlijke optische zamenstelling en inrigting van dit mikroskoop terugkomen.

371. Wat de beide bovengenoemde Italianen aangaat, zoo blijkt dadelijk, uit eene vergelijking van de jaren der uitvinding, dat zij in geen geval de eersten zijn geweest. Eene andere vraag is het, of zij door eigen nadenken en onderzoek tot het vervaardigen hunner mikroskopen gekomen zijn, dan wel of hun de Middelburgsche uitvinding ook bekend was. Omtrent de uitvinding der verrekijkers, die, zoo als men weet, mede aan Galilaeus is toegeschreven geworden, is dit laatste stellig het geval geweest, gelijk door de nasporingen van den hoogleeraar van Swinden (1) onwederlegbaar is aangetoond. Doch voor het mikroskoop kunnen wij zulke bewijzen niet bijbrengen. Inderdaad indien men ook bedenkt, dat, toen de verrekijker eenmaal bekend was, men niets te doen had, dan dezen om te keeren, om eene soort van mikroskoop te hebben, dan kan het niet verwonderen, dat Galilaeus drie jaren na de vervaardiging van zijnen kijker op dit denkbeeld gekomen is, zonder dat men noodzakelijk behoeft aan

(1) *Geschiedkundig onderzoek naar de eerste uitvinders der verrekijkers uit de aanteekeningen van wijle den Hoogleeraar* van Swinden *zamengesteld door* G. Moll 1831. p. 71 en volg.

te nemen, dat hij van de Middelburgsche uitvinding vooraf was ingelicht.

Dat het mikroskoop in 1612 in Italie bekend was, wordt nog bewezen door eene plaats voorkomende in een boek, hetwelk in dat jaar te Venetie gedrukt is (1), alwaar melding wordt gemaakt van een optisch werktuig, waardoor eene vloo zich zoo groot als een oliphant en een dwerg als een reus vertoonde. Doch alhoewel het niet te ontkennen is, dat hier voor de eerste maal in een gedrukt boek van een sterk vergrootend werktuig wordt gewag gemaakt, zoo bewijst zulks nog in geenen deele, dat Galilaeus, die hier niet eens genoemd wordt, er de uitvinder van geweest zij. Zelfs kan men uit de aangehaalde plaats niet eens opmaken of eene sterk vergrootende enkelvoudige lens, dan wel of een zamengesteld mikroskoop bedoeld is (2).

Nog verscheidene jaren later waren de mikroskopen in

---

(1) De titel van dit boek is: *Ragguagli di Parnazzo di Trajano Boecalini*, en de bedoelde daarin voorkomende plaats luidt: » *Mirabilissimi sono quegli occhiali fabbricati con maestria tale, che altrui fanno parere le pulci elefanti, i pigmei giganti*, etc." Zie Tiraboschi, l. c. VIII. p. 176 en Libri, *Hist. des sciences mathémat. en Italie*, IV. p. 222.

(2) Libri noemt hetgeen in den brief van Boreel betreffende Hans en Zacharias Janssen gezegd is: » *des témoignages beaucoup trop postérieurs*," en meent dezelve hiermede volledig wederlegd te hebben, maar hij vergeet, dat het hier de mededeeling geldt van eenen ooggetuigen en wel van eenen man, die als staatsman en geleerde op eenen hoogen trap van beschaving stond, en volkomen geloofwaardig was. Maar bovendien is dit verwijt veel toepasselijker op Viviani dan op Boreel, want de eerste werd eerst in 1622 geboren, dus tien jaren na het tijdstip, waarop Galilaeus zijne uitvinding zoude gedaan hebben, terwijl Boreel in 1591 geboren is, en derhalve datgene kon mededeelen, wat hij persoonlijk had bijgewoond. Ook pleit het niet voor de zekerheid der bronnen, waaruit Viviani geput heeft, dat hij zich vergist in den persoon, waaraan Galilaeus zijn eerste mikroskoop zoude gezonden hebben (Z. de noot op bl. 24).

Italie hoogst zeldzaam, hetgeen daaruit blijkt, dat, toen in 1624 Galilaeus aan Bartholomaeus Imperialis te Genua een mikroskoop ten geschenke zond, deze, in zijnen brief tot dankzegging, zich beroemde de eenige in Genua te zijn, die zulk een schat bezat. Galilaeus zond er omstreeks denzelfden tijd ook een aan den sterrekundigen Cesare Marsigli en voegde daarbij: »dat men een dergelijk werktuig alleen van hem kon verwachten, en van den goudsmid, die er de buis voor gemaakt had" (1).

572. Ofschoon het nu niet meer kan betwijfeld worden of de uitvinding van het zamengesteld mikroskoop heeft hier te lande vele jaren plaats gehad vóór die van den verrekijker, en derhalve ook vóór de vervaardiging van een mikroskoop door Galilaeus, zoo is het echter hoogst moeijelijk met eenige zekerheid het juiste jaar te bepalen, waarin deze uitvinding geschied is.

Uit het getuigenis van Boreel blijkt alleen, dat dit lang vóór 1610 is geschied, en dat eerst de Stadhouder Maurits, en daarna de Aartshertog Albert, elk een mikroskoop ten geschenke ontvangen hebben. De laatste kwam, na in 1595 tot gouverneur-generaal benoemd te zijn, eerst in 1596 te Brussel. Drebbel verliet in 1604 zijn vaderland, en vertrok naar het hof van koning Jacobus in Engeland, doch verliet hetzelve na eenige jaren weder en begaf zich naar Praag. Waarschijnlijk is het gedurende zijn verblijf aldaar, dat hem het mikroskoop van Hans en Zacharias Janssen door den Aartshertog Albert gegeven werd. Dit is alles, wat wij van de geschiedenis van dit *tweede* mi-

(1) Kastner, *Geschichte der Mathematik*, IV. p. 187.

kroskoop weten. Daaruit blijkt alleen, dat het niet vóór 1596 aan den Aartshertog, en niet vóór 1604 aan Drebbel heeft kunnen gegeven worden.

Van het *eerste*, hetwelk prins Maurits ontving, kan men nog minder met eenige zekerheid gissen. Maurits is reeds in 1584 zijnen vader opgevolgd, derhalve waarschijnlijk verscheidene jaren vóór de uitvinding van het mikroskoop, want Borecl noemt Zacharias, die een speelgenoot van hem geweest was, uitdrukkelijk als den medeuitvinder. Borecl was in 1591 geboren. Neemt men nu aan, dat Zacharias slechts eenige weinige jaren ouder geweest is dan Borecl, en dat de uitvinding geschied is toen hij den leeftijd van 15 jaren bereikt had, dan schijnt het als of deze bezwaarlijk vroeger dan in 1600 gesteld kan worden. Daar nu Maurits in 1605 werkelijk in Zeeland is geweest, alwaar een vrijleger op last der Staten werd uitgeschreven (1), zoo zoude men kunnen vermoeden, dat hij ook in dat jaar het mikroskoop ten geschenke ontving.

Doch er bestaan redenen om aan te nemen, dat Zacharias, tijdens de geboorte van Borecl, reeds niet zoo jong meer was, als diens gezegden oppervlakkig schijnen aan te duiden. Onder de overige bij Borellus aangevoerde getuigenissen is er wel is waar geen, waarin van de uitvinding van het mikroskoop wordt gewag gemaakt, zelfs niet in die van den zoon en van de zuster van Zacharias — hetgeen echter geene verwondering kan wekken, omdat de getuigenissen in eenen geregtelijken vorm werden afgevraagd, en de voorgelegde vragen alleen betrekking hadden op de uit-

(1) Zie *Aanmerkingen* op het IX^de^ deel van Wagenaar's *Vaderlandsche Historie*, bl. 39, *aanmerkingen* op bl. 132.

vinding des verrekijkers, — maar uit dat van den eersten, namelijk Joannes Zachariassen blijkt toch, dat in 1590 zijn vader reeds oud genoeg moet geweest zijn, om iets uit te vinden. Het luidt aldus:

» *Et primo praedictus* Joannes Zacharides *affirmavit illa telescopia primum esse inventa et confecta a Patre suo, cui nomen erat* Zacharias Joannides, *idque contigisse* (*ut saepe inaudiverat*) *in hac Civitate Anno Christi* 1590. *Quod tamen longissimum Telescopium illo tempore confectum non excessit quindecim aut sedecim pollicum longitudinem. Affirmavit tunc duo talia Telescopia oblata fuisse, unum videlicet Illustrissimo Principi* Mauritio, *alterum viro Archiduci* Alberto, *et tantae similis longitudinis Telescopia in usu fuisse usque in Annum* 1618. *Tunc eum demum* (*ut affirmabat hic Testis*) *ipse et Pater ejus, nempe praedictus* Joannes Zacharias Johannides *invenerunt fabricam et compositionem longiorum Telescopiorum, quibus etiam nunc utuntur nocte ad inspiciendas Stellas et Lunam*" etc.

Van Swinden (1) heeft reeds doen opmerken, dat er in dit getuigenis eenige tegenstrijdigheden met den brief van Borcel gevonden worden, welke hem genoopt hebben, om de juistheid van het getuigde, — als of reeds in 1590 de verrekijkers door Zacharias Janssen zoude zijn uitgevonden — in twijfel te trekken, en het als zekerder te beschouwen, dat zoowel Jacob Metius te Alkmaar als Johannes Lippershey te Middelburg, nagenoeg te gelijkertijd, namelijk in 1608, de eerste verrekijkers hebben vervaardigd. Doch zooveel mag men er toch uit besluiten, dat in

(1) L. c. p. 68.

1590 het een of ander optisch werktuig door Janssen was uitgevonden. Niet onwaarschijnlijk komt het mij voor, dat dit het zamengestelde mikroskoop is geweest, waarmede ook de opgegeven lengte van het werktuig, vergeleken met die welke Boreel aan het bij Drebbel gezien mikroskoop toeschrijft, geheel overeenstemt. Dat zijn zoon Johannes Zachariassen vijf en zestig jaren later de uitvinding van het mikroskoop met die van den verrekijker verward hebbe, schijnt geene te gewaagde gissing te zijn.

Jammer is het dat de pogingen van De Kanter en Ab Utrecht Dresselhuys (1), om het jaartal der geboorte van Zacharias Janssen in de doopregisters te vinden, vruchteloos geweest zijn. Doch er zijn echter genoegzame bewijzen, dat hij werkelijk in leeftijd Boreel vele jaren vooruit is geweest. Blijkens het getuigenis van zijnen zoon, die in 1655 eenen twee en vijftigjarigen leeftijd had bereikt, was Janssen reeds in 1603 vader, terwijl Boreel toen niet meer dan twaalf jaren oud was. Indien hij op vijf en twintigjarigen leeftijd getrouwd is, was hij in 1577 geboren, en in 1590 dertien jaren oud. Toen Boreel dus nog een kind was, kon Janssen reeds een bijna volwassen jongeling zijn. Omtrent het sterfjaar van Janssen vinden wij in het genoemde werk van De Kanter en Ab Utrecht Dresselhuys opgeteekend, dat dit 1642 geweest is, hetgeen indien hij in 1577 geboren is, eenen ouderdom van 65 jaren zoude aanduiden.

Er is nog eene bijzonderheid, die wij niet geheel met stilzwijgen mogen voorbijgaan, namelijk dat Johannes Zachariassen als uitvinder alleen zijnen vader Zacharias noemt en van zijnen grootvader Hans of Johannes geene

(1) *De provincie Zeeland*, Middelburg 1821. Bijlag. p. 88.

melding maakt. Dit kan echter daardoor worden verklaard, dat de eerste zijnen grootvader niet gekend heeft, die dus reeds vóór of kort na 1605 moet gestorven zijn, terwijl Boreel ook in dit opzigt een veel zekerder getuige is, aangezien hij verklaart den grootvader zeer wel gekend te hebben, en dikwijls in zijnen winkel te zijn geweest.

Nemen wij nu al het gezegde te zamen, dan blijkt daaruit:

1° dat het zeker is, dat het zamengestelde mikroskoop te Middelburg verscheidene jaren vóór 1610 is uitgevonden;

2° dat het zeker is, dat het eerst vervaardigde mikroskoop niet vóór 1584 aan Prins Maurits, en het tweede niet vóór 1596 aan den Aartshertog Albert heeft kunnen gegeven worden;

3° dat er veel grond bestaat om aan te nemen, dat de uitvinding reeds in 1590 heeft plaats gehad.

375. Het kan voorzeker niet nalaten eenige bevreemding te wekken, dat de uitvinding van een werktuig, hetwelk voor den onderzoekenden blik eene geheel nieuwe wereld ontsloot, aanvankelijk zoo weinig de aandacht getrokken heeft, dat zijn bestaan jaren lang ter naauwernood buiten de muren der woonplaats van den uitvinder is bekend geweest.

Wij vinden toch noch in de *Dioptrice* van Keppler, welke in 1611 het eerst werd uitgegeven, noch in het werk van Syrturus, dat over verrekijkers en het slijpen van glazen voor deze handelt, en in 1618 verscheen, iets opgeteekend, dat hunne bekendheid met het mikroskoop verraadt.

Dit is des te vreemder, omdat het blijkt dat Keppler reeds vrij wel bekend was met de wetten die het licht volgt, indien het door meer dan éene bolle lens gaat. Hij leert namelijk en heldert het door afbeeldingen op: » hoe

men door middel van twee bolle lenzen de voorwerpen grooter en duidelijker, doch omgekeerd ziet," en verders, »hoe men drie bolle lenzen moet stellen, om de voorwerpen grooter en duidelijker en in hunne natuurlijke rigting te zien" (1). Ik moet er echter bijvoegen, dat het hem blijkbaar alleen te doen was, om aan te toonen, dat een verrekijker ook kon worden zamengesteld uit bolle lenzen, in plaats van de holle en bolle, die men tot nog toe gebezigd had.

Inderdaad schijnt het, dat er vele jaren verloopen zijn, eer het mikroskoop eenige algemeene bekendheid erlangde, terwijl het nog langer duurde, eer eenige waarnemingen met hetzelve gedaan publiek gemaakt werden. De eerste, die zulks deed, was de Italiaan Franciscus Stelluti, die in 1625 eenige mikroskopische waarnemingen betreffende verschillende deelen der honigbij bekend maakte (2). In Keulen zoude in 1658 het eerste mikroskoop uit Engeland gebragt zijn (3).

Indien wij den geringen opgang, dien dit werktuig aanvankelijk maakte, vergelijken met den verbazenden indruk dien alom de uitvinding van den verrekijker te weeg bragt, zoodat korte jaren na die uitvinding reeds verscheidene geschriften over denzelven en de daardoor verrigte ontdekkingen verschenen waren, dan wordt het waarschijnlijk, dat juist de bijna gelijktijdige uitvinding dier beide werktuigen de oorzaak geweest is, dat elk naar den verrekijker greep, om

(1) Keppler, *Dioptrice seu demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicilia non ita pridem inventa accidunt*, etc. Augustae Vindelicorum. 1611. p. 41, 45, probl. 96, 99.

(2) Zie over hem: Horkel in de *Berliner Nachrichten*, zitting van 17 Mei 1841.

(3) Leibnitz (*Otium hanov.* p. 135) zegt: *P. Johanninus mihi narravit quemdam Judaeum medicinae doctorem primum microscopium ex Anglia Coloniam attulisse anno* 1638." Aangehaald door Dr. Ali Cohen in zijne uitgave van Isensee's *Geschiedenis der Geneeskunde*, bl. 408.

de wonderen te aanschouwen, welke deze in de ruimte des hemels beloofde te openbaren. Ieder had den blik naar boven gerigt, en men vergat het meer nederige werktuig, waarbij men met gebukten hoofde naar schijnbaar nietige en doorgaans verachte dingen staarde. Eerst toen het gebruik des verrekijkers eene zekere soort van verzadiging had verwekt, toen welligt velen, wier overspannen verwachtingen hen hadden doen droomen van nog veel meer met dit werktuig te zullen zien, dan er bij mogelijkheid mede te zien is (1), zich min of meer te leur gesteld zagen, en zijn gebruik zich voortaan alleen bepaalde bij hen, die het op eene waarlijk wetenschappelijke wijze wisten aan te wenden, toen keerde zich de drom van degenen, die belust waren op het zien van nieuwe en ongehoorde zaken, tot het schier vergeten mikroskoop. Maar eerst toen Hooke, Malpighi, Leeuwenhoek en Grew hunne onsterfelijke werken bekend maakten, leerde men inzien, dat de wetenschap met de uitvinding van het mikroskoop eene oneindig groote aanwinst gedaan had, eerst toen begreep men dat zoo ver als de verrekijker het gebied van het oog verruimde, het mikroskoop hetzelve in staat stelde om dieper door te dringen.

Talrijke veranderingen en verbeteringen werden allengs daaraan gemaakt, doch ten einde eene behoorlijke orde bij de beschouwing hiervan in acht te nemen, zal het noodig zijn de latere geschiedenis voor elk bijzonder soort van mikroskoop afzonderlijk te behandelen.

---

(1) Nog Descartes meende, dat, wanneer het maar gelukte om den verrekijker van hijperbolische lenzen te voorzien, men dan door middel van denzelven de kleine voorwerpen op de sterren even duidelijk zoude kunnen onderscheiden, als die op de aarde. *Oeuvres de* Descartes *publ. par* Victor Cousin V. p. 130.

HET ENKELVOUDIG DIOPTRISCH MIKROSKOOP.

374. Reeds hebben wij gezien, dat de kennis aan het vergrootend vermogen van bolle doorschijnende ligchamen en zelfs van lensvormige glazen tot eene hooge oudheid opklimt, doch tevens doen opmerken, dat de eigenlijke geschiedenis van het enkelvoudig mikroskoop eerst aanvangt op het tijdstip, toen men begon lenzen te vervaardigen, welke eenen genoegzaam korten brandpuntsafstand bezaten om eene eenigzins aanmerkelijke vergrooting daar te stellen, hetgeen hoogstwaarschijnlijk eerst geschied is na en ten gevolge der uitvinding van het zamengesteld mikroskoop.

De eerste enkelvoudige mikroskopen, waarvan wij gewag vinden gemaakt, waren voor de waarnemingen zeer ongeschikt, daar zij geen middel bezaten om den afstand tusschen de lens en het voorwerp te veranderen. Zij worden dan ook door Zahn (1) tot de afdeeling der *microscopia ludicria* gebragt in tegenoverstelling der *microscopia seria* (2),

---

(1) *Oculus artificialis*, Herbipoli, 1685. *Fundam.* III. p. 109. Eene latere vermeerderde uitgave van dit zelfde werk, is te Neurenberg in 1702 uitgekomen.

(2) Ten dien tijde heetten de mikroskopen ook wel *engyscopia* van ἐγγὺς *nabij* en σκοπεῖν *zien*. Zie Zahn, l. c. *Fundam.* II. p. 168. In onzen tijd heeft Goring dezen naam weder opgewarmd, of, zoo als hij zegt, uitgedacht.

en bestonden uit een kort buisje, aan welks eene uiteinde zich eene lens bevond, terwijl aan het tegenovergestelde einde een vlak glas was aangebragt, waarop een of ander klein voorwerp, b. v. eene vloo, eene vlieg enzv. was vastgekleefd (zie fig. I); van daar hun naam van *microscopia*, *vitra pulicaria* of *vitra muscaria*. Uit de beschrijving van Hevelius (1) blijkt, dat deze mikroskopen eene lengte hadden van ongeveer een duim, terwijl de lens het segment was van eenen bol, welks middellijn twee duimen bedroeg. Zij bezaten derhalve een vergrootend vermogen van 9 tot 10 maal (2).

---

(1) *Selenographia*, Gedani, 1647. lib. II. p. 43.

(2) Uit eene vergroote afbeelding van eene menschelijke luis, welke gevonden wordt in het in 1634 te Londen gedrukt werk van Tho. Mouffetus, *Insectorum sive minimorum animalium Theatrum*. p. 259, schijnt echter te blijken, dat men reeds toen lenzen van merkelijk korteren brandpuntsafstand en gevolglijk sterker vergrootend vermogen bezigde. Deze afbeelding heeft namelijk eene lengte van 56 millim., en zij is dus waarschijnlijk bij eene 25 tot 30 malige vergrooting vervaardigd. Dat hiertoe geen zamengesteld mikroskoop maar eene enkelvoudige lens gediend heeft schijnt te worden bewezen door de volgende zinsnede in den vóór het werk geplaatsten brief van den uitgever Theodorus de Mayerne aan Gilielmus Paddy, alwaar alleen van het gebruik van enkele lenzen tot het onderzoek wordt gesproken. Ik schrijf deze plaats hier in haar geheel af, omdat zij ook in andere opzigten merkwaardig is.

» *Atque adeo si conspicilia ex Crystallo φακοειδῆ* (lensvormig) (*quamtumvis linceis oculis in perscrutandis atomis necessaria*) *sumas, miraberis Cataphractorum pulicum obscure rubentem habitum, cum dorso setis rigento, et cruribus hispidis, et inter duas antennas prominentem tubum carnificem, amaram puellarum luem, humanae quicti in somnis praesertim inimicissimam. Pediculorum oculos prominentes cernes et cornua, crenatum corporis ambitum, totam substantiam diaphanam, per quam cordis et sanguinis tanquam in Euripo indesinentor fluctuantis motum. Patebunt tibi petulantium pediculorum caneriformium plana corpuscula, cum harpagonibus quibus, cutim humanam perpetuo inter pilos ora lancinantes, adhaerunt tenacius quam Lepades affixae scropulis. Imo ipsi Acari prae exiguitate indivisibiles, ex cuniculis prope aquae lacum quos foderunt*

Zulk een *vitrum pulicarium* gaf eenmaal aanleiding tot een vrij zonderling voorval, dat ons door den Jesuit Schot (1) wordt medegedeeld. Een geleerd en door zijne schriften bekend man reisde uit Holland door Beijeren en Oostenrijk naar Tyrol, toen hij door eene koorts werd aangetast en gedwongen in een dorp te blijven, waar hij overleed. Voor dat het lijk door de inwoners begraven werd, beval de schout, vergezeld van den gemeenteraad, de pakkaadje van den overledenen te onderzoeken, en vond daarin onder anderen zulk een *microscopium pulicare.* De schout en allen die het zagen ontzetten zich op dien aanblik, overtuigd zijnde dat de gestorvene een giftmenger was, en den duivel in een glas opgesloten met zich droeg, zoodat men hem de begravenis onwaardig verklaarde te zijn. Terwijl men nog hierover redentwistte, werd het werktuig hetzij met opzet of door toeval geopend, waarbij eene vloo zigtbaar werd, die men voor den duivel had aangezien. Door Zahn (2) vernemen wij dat de man, wiens mikroskoop de arme inwoners van het Oostenrijksche dorp zulk eenen schrik aanjoeg, niemand anders geweest is, dan Scheiner de geleerde schrijver van de *Rosa ursina,* welke in 1630 in het licht verscheen.

Men vervaardigde ook mikroskopen met eene enkele lens,

---

in cute, acu extracti, et ungui impositi, caput rubrum, et pedes quibus gradiuntur, ad solem prodent."

Het is hier voorzeker wel de eerste maal, dat van de klopping van het ruggevat en den bloedsomloop in een insekt, op grond van waarnemingen door het mikroskoop verrigt, gesproken wordt. Wat de ook hier vermelde schurftmijten aanbelang, zoo waren deze (verg. p. 226) aan verscheidene nog oudere schrijvers reeds wel bekend.

(1) *Magia universalis naturae et artis*, Bambergae 1677, p. 534.

(2) L. c. *Fund.* III. p. 109.

welke zich aan het uiteinde eener buis bevond, die zoo geplaatst was, dat eene schijf, waarop zich verschillende voorwerpen bevonden, om eene spil ronddraaijende, telkens een ander voorwerp in het brandpunt der lens bragt. Zulk een mikroskoop was het *microscopium parastaticum* van Kircher (1). Ook had men toen mikroskopen in denzelfvorm als men dezelve nog wel bij brillenkooplieden aantreft, namelijk bestaande uit eene lens in een ring gevat, die bevestigd was op een stijltje met een voetstuk, terwijl het voorwerp, b. v. het een of ander klein insekt, aan eene spitse pen gestoken werd, die zich achter de lens in haar brandpunt bevond. (Zie fig. 2). Verders bediende men zich ook van een werktuig, hetwelk bestond uit eene korte glazen buis, staande op een voetstukje, en met een deksel gesloten, waarin eene lens van tamelijk ver brandpunt geplaatst was, door welke men de kleine diertjes, die op den bodem gebragt werden, kon bespieden. Zulke werktuigjes werden mikroskoopdoosjes, ook wel graven of kerkhoven (*Tombeaux ou cimétières de petits animaux*) genoemd. (Zie fig. 3) (2).

Het is overbodig hier nog andere dergelijke werktuigen te beschrijven. Bij Zahn kan men nog eenige *microscopia valde curiosa et ludicria* afgebeeld en beschreven vinden (3). Het blijkt genoegzaam, dat het enkelvoudig mi-

---

(1) *Ars magna Lucis et Umbrae*, Amstelodami 1671. Lib. X. Pars. III. p. 770. De eerste druk is van 1646. — Eene afbeelding van het *microscopium parastaticum* vindt men ook bij Zahn, l. c. p. 111.

(2) Zie verder Joblot, *Descriptions et usages de plusieurs nouveaux microscopes*. Paris 1718, waar verscheidene dier *tombeaux* zijn afgebeeld: desgelijks bij Zahn, p. 112, en bij Ledermüller, *Mikrosk. Verm.* II. pl. LXX.

(3) Zoo had men er b. v. waarin men de stad Jeruzalem door eene lens kon beschouwen.

kroskoop dus ingerigt, weinig geschikt was om er onderzoekingen van eenige naauwkeurigheid mede te bewerkstelligen.

375. Een der eersten die het enkelvoudige mikroskoop zoodanig inrigtten, dat het geschikt was voor wetenschappelijke nasporingen, was Antonie van Leeuwenhoek. Wanneer hij aangevangen is mikroskopen te vervaardigen en daarmede waar te nemen, is onzeker; zijn eerste geschrift is van 1675 (1), toen hij reeds een man van 41 jaren was. Het is hier de plaats niet om in eenige bijzonderheden te treden, nopens zijne verdiensten als mikroskopisch waarnemer, maar wij willen ons hier alleen bepalen bij eene beschouwing van de inrigting zijner mikroskopen, welke evenveel van de toenmaals gebruikelijke afweken, als van die, welke thans worden aangewend (2). De lenzen werden door Leeuwenhoek zelven geslepen, niet alleen van glas maar ook zelfs van gerold bergkristal. Derzelver zuiverheid en helderheid moet ongemeen groot zijn geweest, zoo als eensdeels blijkt uit de getuigenis zijner tijdgenooten (3), anderdeels uit vele der daarmede verrigte waarnemingen.

De wijze, waarop Leeuwenhoek (4) zijne lenzen tot mikroskopen inrigtte, was geheel eigendommelijk. Fig. 5 is

---

(1) *Philos. Transact.* VIII.

(2) Wie meer van Leeuwenhoek wenscht te weten, leze het geschrift van Isaäc van Haastert, Anth. van Leeuwenhoek *vereerend herdacht* 1823, en de *Dissertatio inauguralis* van Dr. H. Halbertsma, *De* Leeuwenhoekii *meritis*, 1843.

(3) Verg. Folkes, in de *Phil. Transact.* XXXII. p. 446.

(4) Ik heb in mijn bezit twee exemplaren van den catalogus der mikroskopen van Leeuwenhoek opgemaakt voor de verkooping, die plaats heeft gehad op Maandag den 29 Mei 1747. Een dier exemplaren is waarschijnlijk tijdens de verkooping door den notaris of den vendumeester gebruikt, want het is met wit papier doorschoten, waarop de namen van alle

eene door Baker gegeven afbeelding van een der door hem aan de Royal Society vermaakte mikroskopen. *A* stelt het werktuigje van de voorzijde, *B* van de achterzijde voor. De lens is bij *d* besloten in eene holte tusschen twee langwerpig vierkante zilveren plaatjes, bij *eeeeee* onderling door kleine klinknageltjes vereenigd. Een zilveren strookje *a* is aan de voorzijde hiermede door de schroef *c* verbonden, en regthoekig omgebogen, zoodat het aan de tegenovergestelde zijde bij *f* weder te voorschijn komt. In

---

de kopers en de prijzen, die voor de werktuigen besteed zijn, naauwkeurig zijn aangeteekend. De catalogus is met vrij wat meer zwier uitgevoerd, dan tegenwoordig doorgaans geschiedt, want zij is op zwaar schrijfpapier gedrukt, terwijl voorin eene fraaije op koper gegraveerde zinnebeeldige plaat gevonden wordt, alsmede eene andere het portret van Leeuwenhoek voorstellende; de tekst is hollandsch en latijn beide. — Uit dezen catalogus blijkt, dat door Leeuwenhoek niet minder dan 247 geheel voltooide mikroskopen, elk van eene lens voorzien en doorgaans ook van een voorwerp, zijn nagelaten, en bovendien nog 172 lenzen alleen tusschen plaatjes besloten, in het geheel derhalve 419 lenzen. Onder deze lenzen zijn er drie, welke vervaardigd zijn van zoogenaamde Amersfoortsche diamanten (gerold bergkristal); bij een der mikroskopen staat aangeteekend dat het vergrootglas geslepen is van een *sandje*, en dat het daarvoor geplaatste voorwerp ook een *sandje* is. Bij twee der mikroskopen staat vermeld, dat zij twee glazen hebben, bij een ander drie. Het schijnt dus dat Leeuwenhoek ook doubletten en tripletten vervaardigd heeft, want aan een eigenlijk zamengesteld mikroskoop kan bij zijne inrigting niet gedacht worden. Meer dan de helft dezer mikroskopen (ongeveer 160) waren in zilver gemonteerd. Onder de overigen zijn er drie gouden, van welke er twee wogen: 10 eng. 17 az., de derde: 10 eng. 14 az. Een der eerste werd verkocht voor 23 gulden 15 stuivers, terwijl de beide anderen opgehouden werden. Waarschijnlijk is dit wel de eenige gelegenheid geweest, waarbij mikroskopen bij het gewigt verkocht zijn. De overige mikroskopen zijn bij paren verkocht. De koperen golden het paar van 15 stuivers tot 3 gulden, de zilveren van 2 tot 7 gulden, De geheele verkooping heeft opgebragt de som van 737 gulden en 3 stuivers. De namen der kopers duiden aan, dat al deze mikroskopen door inlanders gekocht zijn, en het is daarom te verwonderen, dat men thans zoo zelden nog hier te lande een overgebleven mikroskoop van Leeuwenhoek aantreft.

dit omgebogen gedeelte bevindt zich de schroef *g*, op welks bovenste draadvrij gedeelte de voorwerpplaat *l* bevestigd is; *i* is een pennetje bestemd om er het voorwerp op te steken of vast te kleven; dit pennetje kan door het kleine handvatseltje *k* omgedraaid worden. Het schroefje *h*, dat door de voorwerpplaat heen gaande tegen de achtervlakte der lensplaat stuit, dient voor het brengen van het voorwerp op den behoorlijken afstand van de lens, nadat daaraan door middel der schroef *g* de vereischte hoogte is gegeven.

In fig. 5′ bevindt zich eene andere aan van Haastert ontleende afbeelding van een Leeuwenhoeksch mikroskoop, uit koper vervaardigd, en van de achterzijde gezien voorgesteld. In zamenstelling komt het geheel met het zoo even beschreven zilveren werktuig overeen, en dezelfde letters duiden hier gelijke deelen aan.

Van de getrouwheid dezer laatste afbeelding heb ik mij kunnen overtuigen, door haar te vergelijken bij een Leeuwenhoeksch mikroskoop, hetwelk op het physisch kabinet alhier berust. De lengte der beide op elkander liggende koperen plaatjes bedraagt 4,5, hunne breedte 2,5 centimeters; zij zijn ruw bewerkt, en de schroef, welke voor het plaatsen van het voorwerp op den juisten afstand van de lens is bestemd, is ongeveer 1 centim. lang, en heeft op dien afstand slechts elf windingen, zoodat de juiste instelling zeer moeijelijk is, en inderdaad moet men zich ten hoogste verwonderen hoe het mogelijk is, dat Leeuwenhoek met zulk eenen gebrekkigen toestel zoo vele en zoo goede waarnemingen heeft kunnen doen. Wat de in dit mikroskoop bevatte lens echter aanbelangt, zoo is deze werkelijk zeer goed, en bewijst dat Leeuwenhoek het in de kunst van zeer kleine lenzen te slijpen inderdaad reeds op

eene groote hoogte had gebragt. Zij is biconvex en vergroot 270 maal, dus merkelijk meer dan de sterkte lens van de mikroskopen door hem aan de Royal Society vermaakt, waaronder er slechts een door Baker wordt vermeld met een vergrootend vermogen van 160 maal, hetgeen voor eene duidelijkheidsafstand van 25 centimeters beantwoordt aan eene 196 malige vergrooting (1). Bij onderzoek met het Nobertsche proefplaatje (2) bleek mij dat, bij eene gunstige verlichting, door deze lens de 5de groep zeer gemakkelijk en de 4de nog met moeite kon worden opgelost. Deze uitkomst is niet zonder belang, dewijl wij hierdoor met veel waarschijnlijkheid de uiterste grens leeren kennen van het optisch vermogen der Leeuwenhoeksche mikroskopen.

Uit de geheele inrigting blijkt overigens, dat het mikroskoop met de hand tegen het licht gehouden werd; van eenen spiegel voor doorvallend licht schijnt Leeuwenhoek zich nimmer bediend te hebben. Echter vervaardigde hij ook holle spiegeltjes, in welker midden de lens bevestigd was, voor verlichting met opvallend licht (z. fig. 8) (3), geheel op dezelfde wijze, als deze later algemeen door Lieber-

---

(1) De vergrootingen der 26 mikroskopen door Leeuwenhoek bij testament aan de Royal Society te London vermaakt, waren volgens Baker (*Employment for the Microscope*, Londen 1753. Holl. vert. *Nuttig gebruik van het Mikroskoop*, Amsterdam 1756, p. 456), voor eenen duidelijkheidsafstand van 8 E. duim. de volgende:

een	van	40	malige	vergrooting.	acht	van	80	malige vergrooting.
een	»	53	»	»	drie	»	100	» »
twee	»	57	»	»	een	»	114	» »
drie	»	66	»	»	een	»	133	» »
twee	»	72	»	»	een	»	160	» »

Alle de daarin bevatte lenzen waren biconvex.

(2) Vergelijk daaromtrent Dl. I. bl. 404. Hier en in het vervolg is steeds van een en hetzelfde plaatje gebruik gemaakt.

(3) 66ste *Missive aan de Koninklijke Societeit te Londen*, 12 Jan. 1689.

kühn zijn ingevoerd, aan wien men gewoonlijk ten onregte hunne uitvinding toeschrijft. Over eenige andere door Leeuwenhoek gebezigde werktuigen, zoo als eenen toestel voor de waarneming des bloedsomloops (z. fig. 6) en over zijne meetmethode, zullen wij later gelegenheid hebben te spreken.

376. Intusschen hadden ook anderen het gebrekkige der tot dien tijd gebruikte enkelvoudige mikroskopen gevoeld, en daarin trachten te voorzien. Vrij talrijk zelfs zijn de verschillende inrigtingen, die ter verbetering uitgedacht zijn. Wij zullen echter alleen de zoodanige vermelden, waardoor het enkelvoudig mikroskoop werkelijk kan geacht worden, hetzij in een optisch of in een mechanisch opzigt, te zijn vooruit gegaan (1).

Isaäc Vossius, die niet alleen een uitstekend taalgeleerde, maar ook gansch niet onbedreven in natuurkundige zaken was (2), had om den afstand der lens van het voorwerp te kunnen veranderen, een enkelvoudig mikroskoop zamengesteld uit twee in elkander schuivende buisjes (3). Onder hen, die in dien tijd beroemd waren door de vervaardiging van mikroskopen, behoort verders Samuel Mus-

(1) Voor een meer volledig overzigt moet ik verwijzen naar de 2de uitgave van het werk van Zahn en het *Vollständiges Lehrgebaüde der ganzen Optik*, *von* C. L. D. F. B. L. C. 1757, een werk waarin een groot aantal dier oudere mikroskopen in eene chaötische verwarring beschreven zijn. Eenige der hierboven in den tekst vermelde mikroskopen worden echter in geen dezer beide werken genoemd.

(2) Vossius schreef: *De lucis natura et proprietate*, Amst. 1662, en *Responsio ad objectiones* Joh. de Bruin et Petiti, Hag. 1663. Zie verder over hem van Kampen, *Geschied. d. letteren en wetensch.* I. p. 421 en II. p. 70.

(3) Philippus Bonannus, l. c. p. 16.

schenbroek. Hij schijnt de eerste geweest te zijn, die het enkelvoudig mikroskoop van een voetstuk voorzag, eene voor het praktisch gebruik van dit werktuig hoogst belangrijke verbetering. Blijkens de levensbeschrijving van Swammerdam door Boerhaave geplaatst voor zijne uitgave der *Biblia Naturae*, was Samuel Musschenbroek de vervaardiger van het mikroskoop, waarvan Swammerdam zich bediende. Het bestond uit eene koperen tafel, waarop twee armen stonden, van welke de eene bestemd was, om het te ontleden voorwerp te dragen, terwijl aan de andere de lenzen bevestigd werden. Deze armen konden naar alle rigtingen bewogen en hooger en lager gesteld worden. Boerhaave vermeldt echter niet de wijze waarop deze bewegingen verkregen werden (1).

Ook Cosmus Conrad Cuno van Augsburg verdient hier vermelding; hij vervaardigde verschillende soorten van enkelvoudige mikroskopen, waarvan dat, hetwelk in fig. 9 is afgebeeld, de doelmatigste inrigting bezat; *bc* is een vierkante houten stijl van onderen voorzien van een handvatsel *d*, van boven van een koperen pennetje *e*, waarop ronde busjes (*a*) konden gestoken worden, waarin de lenzen bevat waren. Bij *g h* ziet men een om een scharnier beweegbare arm, van twee oogjes voorzien, waarin verschillende kleine werktuigen, geschikt om voorwerpen op te bevestigen, werden

---

(1) Samuel Musschenbroek werd door Boerhaave genoemd: »*de groote en schranderste werkbaas.*" In 1679 vinden wij Hooke, Leeuwenhoek en S. Musschenbroek genoemd als de meeste beroemdheid verkregen te hebben door de verbetering der mikroskopen. Zie Elsholt, *De microscopiis globularibus*, in *Miscell. Acad. nat. curios*, anno 1678 et 1679. p. 180.

(2) De mikroskopen van Cuno zijn afgebeeld en beschreven bij Zahn, ed. 2a. p. 795 en in het *Vollst. Lehrgeb.* p. 360. Taf. 13.

geplaatst, zoo als een fijne spits (*m*), een vorkje (*l*), eene kleine schuifpincet (*k*), waartusschen kleine stukjes mica konden worden vastgeklemd. Ter regeling van den afstand tusschen het voorwerp en de lens diende de schroef *f*, waardoor de koperen arm *g h* nader bij of verder van de houten stijl kon worden gebragt.

Omstreeks denzelfden tijd gaf Hartsoeker (1) de beschrijving en afbeelding van een mikroskoop, welks inrigting in eenige opzigten beter is, dan die der Leeuwenhoeksche. Het bestond (zie fig. 4) uit eene aan twee kanten geopende buis (*c*), waarin zich van binnen eene spiraalveer bevond, waardoor de voorwerpen of de schuifjes die dezelve bevatten, tusschen twee doorboorde plaatjes konden vastgeklemd worden, geheel op dezelfde wijze als zulks nog vele jaren later gebruikelijk is geweest. De lens die tot vergrooting moest dienen was in een afzonderlijk busje (*b*) besloten, dat door eene schroef (*a*) in de daarvoor bestemde opening bevestigd werd. Om het voorwerp tot de lens te doen naderen, diende eene schroef (*d*), en eindelijk was aan het tegenovergestelde uiteinde tot meerdere verlichting van het voorwerp eene iets groote lens (*e*) aangebragt, welker afstand door de schroef *f* kon veranderd worden. Hartsoeker gebruikte in dit mikroskoop verschillende lenzen van eenen brandpuntsafstand van 3—4 lijnen af tot $\frac{1}{10}$ lijn toe. De laatste, welke aan eene meer dan 1000 malige vergrooting beantwoordden, waren ongetwijfeld geen lenzen maar glasbolletjes.

377. Eene bijzondere vermelding verdienen hier ook de

(1) *Essay de Dioptrique*, Paris 1694. p. 175. Holl. vert. door A. Block, Amsterdam, 1699. p. 166.

mikroskopen door den Leidschen instrumentmaker Johannes van Musschenbroek (den broeder van den bekenden Hoogleeraar Petrus van Musschenbroek) vervaardigd (1). Een derzelve, geheel uit koper zamengesteld, was bestemd voor het gebruik van minder vergrootende geslepen lenzen, en bijzonder ingerigt om het voorwerp van alle zijden te kunnen beschouwen. Het mikroskoop was voorzien van 6—9 lenzen van onderscheiden vergrooting, die in ronde busjes bevat waren, welke aan het uiteinde (fig. 10 *c*) van een stijltje (*a*) geschroefd werden, dat in de hand gehouden werd. Aan het platte handvatsel (*b*) was een arm (*A*) bevestigd, welke uit verscheidene bolgeledingen (*deee*) bestond, die naar alle zijden beweeglijk waren. Aan het andere einde van dezen beweeglijken arm bevond zich een kokertje (*f*), waarin eene pen (*h*) was vastgeklemd, waaraan een tweede kokertje (*g*) was bevestigd. Dit kokertje was wederom voorzien van eene pen (*i*), welke gestoken werd door eenen ring, die eene ivoren schijf bevatte, welke aan de eene zijde wit, aan de andere zijde zwart was, ten einde verschillend gekleurde voorwerpen bij opvallend licht te bezien. Binnen in het kokertje *g* bevond zich een ander, dat iets langer was, en bestemd ter opname van onderscheidene kleine werktuigen, die bij het mikroskoop gevoegd waren, als: 1° een toestel, bij *H* afgebeeld, om glazen plaatjes en beenen schuifjes met voorwerpen door middel van de stalen veer *b* vast te klemmen; 2° eene in eene fijne spits uitloopende naald (*F*); 3° een tweepuntig vorkje (*D*); beide dienden voor het vaststeken van weeke voorwerpen, insekten, wor-

(1) Zie Zahn, ed. 2a. p. 780. Wolf, *Elementa Matheseos*, 1735. p. 344. *Vollst. Lehrgeb.* p. 366 en 573.

men, enzv.; 4° een in eene vlakke stompe spits uitloopend werktuigje *C*; 5° een dergelijk *B* met twee vlakke uiteinden; deze beiden waren bestemd om er met terpenthijn tedere voorwerpen op vast te kleven; 6° een hoornen busje, waarin zich twee glaasjes bevonden, het eene hol, het andere vlak, ter opsluiting van levende dieren; 7° een werktuigje bij *G* afgebeeld, waaraan bij *d* drie kleine ringen van verschillende grootte en bij *c* even zoovele haakjes zijn. Deze dienden ter opneming van een glazen buisje *ef*, waarin zich eenig ter onderzoeking bestemd vocht bevond, en hetwelk door de stalen veer *ib* bevestigd werd gehouden. 8° Eindelijk behoorde bij dit mikroskoop nog een dergelijk schuifpincetje als in fig. 9 *k* is afgebeeld, alsmede een pincet *I* voor het aanvatten der voorwerpen. Men ziet hieruit, dat bij dit mikroskoop van Musschenbroek reeds een tamelijk volledig stel was gevoegd van hulpwerktuigen voor het onderzoek van onderscheiden soorten van voorwerpen.

Een ander mikroskoop van denzelfden had bepaaldelijk ten doel het gebruik van sterk vergrootende glasbolletjes gemakkelijk te maken. Deze werden vastgesloten tusschen twee dunne langwerpig vierkante stukjes koperblik (zie Pl. I. fig. 11 *C*), die voor de opening (fig. 11 *A c*), waardoor men zag, geschoven werden. Zes zulke glasbolletjes van verschillende vergrooting behoorden bij het mikroskoop, dat aan een handvatsel *d* werd vastgehouden, en waar de toenadering der lens geschiedde door middel eener schroef *e*, geholpen door eene veer *b*. Doch hetgeen bij dit mikroskoop het meest onze aandacht verdient, is dat zich aan de achterzijde tegen over de lens (z. fig. 11 *B*) een soort van kastje (*f*) bevindt, hetwelk ook des verkiezende kan worden weggenomen. Dit kastje nu dient om de verlichting te regelen, en daartoe is aan deszelfs buitenzijde een plaatje

aangebragt, hetwelk om eene spil beweeglijk, en van gaatjes van verschillende grootte voorzien is, ten einde al naar gelang van het voorwerp dat onderzocht wordt, meer of minder licht toe te laten. In onzen tijd heeft men dergelijke beweegbare platen weder aan de mikroskopen gevoegd, en deze voor eene uitvinding van Lebaillif doen doorgaan. Een mikroskoop van J. Musschenbroek, zooals hier is beschreven, is nog te Leiden in het physisch kabinet aanwezig.

Het mikroskoop van Teuber, mede bestemd voor het gebruik van kleine glasbolletjes, komt grootelijks met dat van Musschenbroek overeen (1). Eindelijk noem ik onder de in dit eerste tijdperk gebruikelijke mikroskopen nog de zoogenaamde *passer-mikroskopen*, aldus genoemd, omdat zij de gedaante van eenen passer hadden, waarvan het eene been de lens, het andere het voorwerp droeg (2). Volgens Ledermüller (3), was Maijer van Dresden de eerste vervaardiger dezer soort van enkelvoudige mikroskopen. Een derzelve is afgebeeld in Pl. I. fig. 12.

578. In de kunst van lenzen voor mikroskopen te slijpen, schijnt het echter, dat niemand ten dien tijde Leeuwenhoek heeft op zijde gestreefd. De hierin gelegen moeijelijkheid was oorzaak, dat men op andere middelen bedacht was, en in stede van lenzen gesmolten glazen bolletjes begon aan te wenden.

De eerste, die zulks beproefd heeft, is Hooke geweest, die in de voorrede zijner *Migrographia*, in 1665

(1) Kaschuben, *Cursus mathematicus*, Jena 1717. p. 379.

(2) Zie de afbeelding in het *Vollst. Lehrgeb.* Taf. 47. fig. 1. Ledermüller, l. c. II. pl. LXX.

(3) L. c. II. p. 77. verg. met IV. p. 46.

uitgekomen, de beschrijving zijner handelwijze geeft, daarin bestaande, dat eene reep glas in de vlam der soldeerlamp tot een fijne draad werd uitgetrokken, het afgebroken einde van die draad daarop in de vlam gehouden tot er een bolletje was gevormd, hetwelk vervolgens afgebroken en op een koperen plaatje, voorzien van een gaatje, zoodanig bevestigd werd, dat het overgebleven gedeelte van den draad ter zijde van het gaatje kwam te liggen. Hooke schijnt echter over zijne glasbolletjes slecht voldaan te zijn geweest, daar hij de meeste zijner waarnemingen met een zamengesteld mikroskoop verrigt heeft.

Kort daarna (1668) vervaardigde Hartsoeker glasbolletjes op eene dergelijke wijze (1). Daar hij met dezelve de (reeds vroeger door Ham ontdekte) zaaddiertjes kon waarnemen, zoo moeten zijne glasbolletjes vrij goed geweest zijn en is het althans zeker (zie bl. 47) dat hun vergrootend vermogen zeer aanzienlijk was.

Eenige jaren later (1677) maakte Butterfield (2) zijne methode bekend. Hij bezigde eene wijngeestlamp, en tot een zeer fijn poeder gestoten glas, dat hij aan de punt eener naald in de vlam hield, tot dat het tot een bolletje was zamengesmolten.

---

(1) L. c. p. 104.

(2) *Philos. Transact.* 1677. p. 226. Ook heeft Butterfield een, bij Phil. Bonannus, l. c. p. 14 vermeld, afzonderlijk in het franseh geschreven stukje over dit onderwerp uitgegeven. Uit zijnen brief aan de Royal Society blijkt, dat Butterfield tot het vervaardigen zijner glasbolletjes gekomen was door het zien van een daarmede voorzien mikroskoop, hetwelk Huijgens mede uit Holland gebragt had. Huijgens vermeldt dezelve in eenen brief aan de Parijsche academie (z. *Mem. de l'acad.* XI. p. 608, waar echter de naam van den maker niet genoemd wordt). In zijne *Dioptrica* (*Opera reliqua* II. p. 173) wordt eene handelwijze om dezelve te vervaardigen opgegeven, die geheel dezelfde is, als die waarvan Hudde zich bediende. Het is daarom waarschijnlijk dat het door Huijgens naar Parijs medegebragte mikroskoop van Hudde afkomstig was.

Zahn (1) vermeldt de wijze, waarop Friderich Schrader glasbolletjes vervaardigde. Dezelve verschilt alleen daarin van de vorige, dat Schrader geen poeder, maar een stukje glas gebruikte, en dit met een weinig vocht aan de punt eener naald bevestigd in de vlam der soldeerlamp hield.

Bij Philippus Bonannus (2) vinden wij eene aanhaling uit de Monconny (3), waar deze verhaalt, dat hij te Amsterdam bij de Hudd (waarschijnlijk niemand anders dan de Amsterdamsche burgemeester Hudde) een mikroskoop gezien heeft, bestaande uit eene enkele lens tot vergrooting, terwijl eene tweede grootere lens achter het voorwerp was aangebragt, om dit sterker te verlichten. Vervolgens verhaalt hij dat de Hudd hem de wijze om sterk vergrootende glasbolletjes te maken getoond had. Blijkens de beschrijving was deze geheel dezelfde als die van Schrader (4).

Johannes Musschenbroek, wiens mikroskopen wij straks vermeld hebben, vervaardigde mede dergelijke glasbolletjes, geheel naar de methode van Hooke, en schijnt hierin, naar de getuigenis zijner tijdgenooten, bijzonder te hebben uitgemunt (5). In 1710 beschreef Archihald Adams zijne handelwijze, welke echter geene andere, dan die van Hooke is (6).

---

(1) L. c. ed. 1a *Fund.* III. p. 94. Schrader schreef eene afzonderlijke verhandeling: *De microscopiorum usu.* Goettingae 1681, welke mij niet bekend is.

(2) L. c. *Microgr. cur.* p. 18.

(3) *Journ. des Voyages.* II. p. 161.

(4) Volgens C. Beudeker, schrijver van de *Aanteek. op de Lustplaats Soelen*, bl. 39 (*Tegenwoordige staat der Vereenigde Nederlanden*, 1741 4de Dl. bl. 29), was Joannes Hudde de *uitvinder* der kleine vergrootglazen. Uit het bovenstaande blijkt in welken zin dit moet worden opgevat.

(5) Hertel, *Anweisung zum Glasschleifen*, Halle 1716. p. 71.

(6) *Philos. transanct.* 1710. p. 24.

Hertel (1) bezigde eenen brandspiegel om de op een stuk houtskool geplaatste stukjes glas te smelten.

Stephen Graij (2) plaatste de stukjes glas mede op een stuk houtskool, maar smolt dezelve voor de vlam der soldeerlamp, en sleep de bolletjes vervolgens aan de eene zijde vlak.

Benjamin Martin (3) gaf twee wijzen aan, die echter niet wezenlijk van die van Hooke en Schrader verschillen.

Niemand echter had het in de kunst van sterk vergrootende glasbolletjes te vervaardigen nog zoo ver gebragt als Pater Della Torre van Napels. Zijne handelwijze (4) bestond hoofdzakelijk daarin, dat hij, na een bolletje op eene dergelijke wijze als Hooke aan eenen glasdraad gesmolten te hebben, hetzelve bragt in eene komvormige holte gemaakt in een stukje tripoli, waarin vervolgens het bolletje op nieuw gesmolten werd voor de vlam der glasblazerslamp. Della Torre vervaardigde ongemeen sterk vergrootende glasbolletjes. In 1765 ontving de Royal Society te Londen er eenige van hem. Het grootste daarvan had eenen doormeter van $\frac{1}{36}$ duim en vergrootte 640 maal in middellijn; de doormeter van het kleinste was $\frac{1}{144}$ duim en deszelfs vergrootend vermogen 2560 maal. Baker, die deze bolletjes onderzocht, verklaarde dat hij niet in staat was er iets door te

(1) *Anweisung.* p. 72.

(2) *Philos. transact.* No. 221. Smith's. *Optics.* II. p. 394.

(3) *System. of Optics.* 1740. p. 180.

(4) Zij is omstandig door hem zelven beschreven in *Nuove osservazioni microscopiche*, alsmede door zijnen leerling Anton Barba in *Observazioni microscopiche sul cervello*, Napoli 1819, en de duitsche vertaling van dit stuk, *Mikroskopische Beobachtungen über das Gehirn.* Würzburg 1829. Barba zelf gebruikte bij zijne onderzoekingen geene andere lenzen dan glasbolletjes, die hij op dezelfde wijze als Della Torre vervaardigde.

zien. Echter toonen eenige der waarnemingen door Della Torre zelven met zijne bolletjes verrigt, dat deze geenszins zoo geheel onbruikbaar zijn geweest als Baker oordeelde (1).

Later heeft Sivright (2) eene wezenlijke verbetering in hunne vervaardiging aangebragt, door stukjes platinablik te bezigen, waarin een gaatje gemaakt wordt, en na vervolgens hierop een klein stukje glas gelegd te hebben, hetzelve in de vlam der soldeerlamp te houden, waarin dit eenen ronden vorm aanneemt.

Nog eenige jaren geleden werd door Crooke eene nieuwe handelwijze aangegeven, daarin bestaande dat stukjes glas op een vooraf met krijt bestreken ijzeren plaat boven kolen gesmolten worden. Ook vindt men bij Chevalier (3) die van Laligant medegedeeld, welke echter geheel dezelfde als die van Hooke is. Hetzelfde geldt van eene vroeger door Nicholson (4) aangegevene handelwijze.

Eindelijk heb ook ik vele jaren lang mij van een mikroskoop bediend, waarin de sterkere vergrootglazen uit zulke bolletjes bestonden, welke vervaardigd werden op eene wijze, die eene vereeniging is der methode van Hooke en van Sivright (5).

Ofschoon bij de groote verbetering, die het zamengestelde mikroskoop in de laatste jaren heeft ondergaan, en de betrekkelijk geringe prijs, waarvoor tegenwoordig goede volko-

---

(1) Lalande, die de mikroskopen van Della Torre op zijne reis in Italie zag, roemde dezelve zeer. Zie Montuela, *Histoire des Mathematiques.* III. p. 511.

(2) *Edinb. Phil. Journ.* 1829. I. p. 81.

(3) L. c. p. 30.

(4) Nicholson's Journ. I. — Gilbert's Ann. 1800. IV. p. 252.

(5) *Bulletin des scienc. phys. et nat. en Neerlande.* 1839. p. 370.

men bruikbare mikroskopen te bekomen zijn, zulke kleine glasbolletjes als lenzen in een enkelvoudig mikroskoop wel zelden meer zullen gebezigd worden, zoo kunnen er echter nog gevallen voorkomen, waarin zij van nut zijn, b. v. tot het daarstellen van zeer kleine dioptrische beeldjes, gelijk vroeger (Dl. II. p. 77) gebleken is. Ik meen daarom den lezer geen ondienst te doen met hier de wijze mede te deelen, waarop zij naar mijne ondervinding het best kunnen vervaardigd worden.

Hiertoe worden gevorderd: 1° twee of drie millimeters breede reepen van gewoon vensterglas, of ook van dun spiegelglas; 2° platinablik van gelijke dikte als hetgeen doorgaans bij scheikundige onderzoekingen wordt gebruikt; 3° eene gewone spirituslamp; 4° twee pincetten, een kleiner en fijner om de glasbolletjes op te vatten, een grover om de stukjes platinablik vast te houden; 5° een klein vlak hamertje; 6° eenige gewone naainaalden van verschillende fijnheid; 7° eene plaat van kurk of week hout; 8° eene vlakke looden plaat; 9° een klein kartonnen doosje, uit welks deksel men den bodem verwijderd heeft, en dezen door eenen nieuwen van dun papier vervangen; eindelijk 10° eene schaar.

Men begint met uit platinablik eenige ronde of vierkante stukjes van gepaste grootte te knippen, b. v. van drie tot vier millimeters doormeter. Deze worden gelegd op de kurken of houten plaat, en nu met behulp eener naald in het midden van elk een gaatje geboord. De grootte dezer opening moet natuurlijk gewijzigd worden naar de grootte van het bolletje, dat men daarin wenscht vast te smelten; eene middellijn van ongeveer $\frac{3}{4}$ van die van het laatste voldoet het best. Door boring wordt het stukje platinablik eenigzins bol en ontstaat te gelijk een zoogenaamde braam.

Daarom wordt het doorboorde blikje op de looden plaat gelegd en hierop door een paar tikken met het hamertje wederom vlak gemaakt.

Vervolgens worden de glasreepen tot draden getrokken. Bezigt men zulke dunne reepen als de bovengenoemde, dan is de vlam eener gewone spirituslamp hiervoor geheel voldoende, en deze is verkieslijk boven de vlam der glasblazerslamp, omdat de eerste geen roet geeft. De dikte der draden hangt wederom af van den doormeter der bolletjes, die men wenscht te vervaardigen.

Houdt men nu het eene uiteinde van zulk eenen glasdraad in de vlam, dan vormt zich hieraan spoedig een bolletje. Ten einde niet genoodzaakt te zijn dit tusschen de vingers vast te houden, — iets hetgeen men, ter bewaring der zuiverheid van de glasoppervlakte, zooveel mogelijk vermijden moet — wordt in den papieren bodem des deksels van het reeds genoemde kartonnen doosje een klein gaatje geprikt, hierdoor het vrije einde van den glasdraad gestoken, en deze er doorgehaald tot dat het bolletje van onderen tegen het papier stuit. Nu knipt men aan de andere oppervlakte den draad door, en het glasbolletje valt, voorzien van een zeer klein staartje, in het doosje.

Terwijl men daarop het doorboorde platinablikje in het grootere pincet vast houdt, brengt men het bolletje met het fijnere pincet, of, bij de allerkleinste, met de vochtig gemaakte punt eener naald, in de opening, en wel zoodanig dat het daaraan overgebleven staartje in eene schuinsche houding ter zijde van de opening komt; men moet hierbij zorg dragen dat het staartje de oppervlakte van het blik niet raakt, daar in dit geval het bolletje zelden den behoorlijken vorm aanneemt. Indien zeer kleine bolletjes worden vervaardigd,

dan moet dit gedeelte der bewerking onder de loupe worden verrigt.

Eindelijk wordt dan het platinablikje met het in de opening rustende glasbolletje in de spiritusvlam gehouden, en wel ter plaatse waar de warmte van deze het grootst is, namelijk even boven de spits van den binnensten kegel. Spoedig verdwijnt hierbij het nog overgebleven staartje, dat met de overige glasmassa zamensmelt, en te gelijk hecht zich deze aan de altijd aanwezige onevenheden van den rand der opening vast, zoodat het glasbolletje er behoorlijk in bevestigd is. Alleenlijk de grooteren, t. w. die, welker middellijn meer dan een millim. bedraagt, vallen na de bekoeling, door zamentrekking van het glas, gemeenlijk uit het platinablikje, en de zoodanigen moeten dus vrij, dat is op de wijze van gewone lenzen, in de koperen busjes worden bevestigd, welke voor hunne opname bestemd zijn. Wat den meest gepasten vorm dier busjes betreft, zoo geeft fig. 19 daarvan eene voorstelling in doorsnede; *c* is een doorboord koperen cijlindertje van omstreeks drie millim. lengte, van boven voorzien van eene iets uitgeholde schijf *ab* van twintig millim. in middellijn. Om het cijlindertje wordt een kapje *d* geschroefd, met eene opening bij *e* voor doorlating van het glasbolletje.

Het spreekt van zelf, dat onder de vervaardigde glasbolletjes er zich altijd bevinden, welke bij het onderzoek blijken voor het gebruik ongeschikt te zijn. Daarom is het raadzaam er verscheidene van nagenoeg gelijke grootte te maken, en hieruit de besten uit te zoeken, hetgeen weinig tijd kost, daar men, bij eenige oefening, minstens een dozijn zulke glasbolletjes in een uur kan vervaardigen, zoodat weinige uren toereikend zijn om zich een geheel stel van

vergrootingen, van 80 maal af tot 2000 maal toe te verschaffen; het sterkste door mij daargestelde glasbolletje vergroot de middellijn 2200 malen; echter zijn deze sterkst vergrootende bolletjes, uithoofde van hunnen zeer korten brandpuntsafstand, als mikroskoop weinig bruikbaar, en kan men geheel volstaan met de zoodanige wier vergrooting hoogstens 800—900 maal bedraagt. Opmerking verdient het ook nog, dat het juist de bolletjes van 500—900 malige vergrooting zijn, die het zuiverste beeld geven, zoozelfs dat zij in dit opzigt gewone geslepen lenzen van gelijke vergrooting dikwerf merkelijk overtreffen, iets dat alleen verklaard kan worden, door aan te nemen dat de bolletjes, tijdens de smelting, ellipsoidische of hyperbolische oppervlakten verkrijgen, waardoor hunne sphaerische aberratie verminderd wordt.

Ziehier de uitkomsten verkregen bij het beproeven van verschillende dezer glasbolletjes ten aanzien van hun vermogen om de streepen op een plaatje van Nobert zigtbaar te maken.

Vergrooting.

178 maal. De 4de groep zeer duidelijk opgelost, in de 5de de meeste streepjes onderscheidbaar.

455 » De 6de groep opgelost, de 7de gestreept.

712 » De 7de groep even opgelost.

920 » De 7de groep duidelijk opgelost.

Wanneer men deze uitkomsten vergelijkt met die, welke verkregen zijn bij het onderzoek van de beste tegenwoordige aplanatische mikroskopen, dan blijkt dat zulke glasbolletjes inderdaad reeds zeer nabij aan deze komen in onderscheidbaar-makend vermogen, en althans de vroegere zamengestelde mikroskopen in dit opzigt zeer verre overtreffen.

379. Doch keeren wij terug tot de geschiedenis der inrigting van het enkelvoudig mikroskoop.

Wij hebben gezien, dat hetzelve gedurende de laatste helft der 17de eeuw allengs eenige verbeteringen had ondergaan, inzonderheid daarin bestaande, dat er middelen waren aangebragt om den afstand tusschen de lens en het voorwerp te veranderen, en dat men ook reeds aangevangen had eene andere lens te bezigen ten einde het licht te versterken, maar nog werden de enkelvoudige mikroskopen meestal met de hand vastgehouden en zoo tegen het daglicht of tegen dat eener kaars gerigt. Ook nog gedurende de eerste jaren der volgende eeuw behielden de enkelvoudige mikroskopen gewoonlijk deze inrigting.

Echter begon men ook reeds te dien tijde sommige enkelvoudige mikroskopen voor bepaalde oogmerken op een voetstuk te plaatsen. Dit was het geval met het reeds (bl. 46) vermelde mikroskoop, waarvan zich Swammerdam voor de ontleding van insekten bediende, en hetwelk door Samuel Musschenbroek was vervaardigd.

Ook werden in 1702 door den Engelschman Wilson (1) twee soorten van enkelvoudige mikroskopen beschreven, welke hij, gelijk hij zegt, ten gevalle van hen, die de waargenomen voorwerpen wenschten te teekenen, ook van een voetstuk voorzag. Hij gaf van dit laatste echter geene nadere beschrijving noch afbeelding; alleenlijk vermeldde hij, dat het zoodanig was ingerigt, dat het mikroskoop gemakkelijk naar het licht kon worden gekeerd. Bij beide deze mikroskopen behoorde hetzelfde stel lenzen, ten getale van acht.

Het eene (z. Pl. I. fig. 14) bestond uit twee langwerpige ko-

(1) *Philos. Transact.* 1702. p. 1241.

peren plaatjes *b* en *c* door eene scharnier vereenigd. Tusschen dezelve bevond zich eene veer *d*, terwijl zij door middel der gebogen schroef *f* tot elkander konden gebragt worden. Op het spitse uiteinde *e* van het eene plaatje, werd het busje geplaatst, dat de lens bevatte. Het andere plaatje was verbonden met eenen uit verscheidene geledingen bestaanden dwarsarm *g*, aan welks uiteinde een kokertje *h* gevonden werd, waarin een draad op en neder gleed, die aan haar eene uiteinde van een knijptangetje *k*, aan het andere van een ivoren schijfje *i* was voorzien, hetwelk aan de eene oppervlakte wit aan de andere zwart was.

Wilson's tweede mikroskoop is afgebeeld in Pl. I. fig. 17, zoodanig als het in 1702 het eerst door hem beschreven werd. Het ligchaam *a b*, hetwelk van ivoor, koper of zilver was, had eene cijlindrische gedaante, en was ongeveer twee duimen lang en één breed. In het boveneinde *b* werden de busjes geschroefd, die de lenzen bevatten, terwijl in het beneden einde de holle cijlinder *f*, waarin bij *g* eene voor de verlichting bestemde lens besloten was, op en neder kon worden geschroefd. Binnen in de buis bevonden zich drie losse in het midden opene platen, waarvan de eene *d* half cirkelvormig is uitgebogen ter opneming van met vocht gevulde buisjes, terwijl de beide anderen vlak zijn en dienen, om er glazen plaatjes en schuifjes tusschen te bevestigen. Deze ringvormige platen stuiten aan de eene zijde tegen de veer *l*, en aan de andere zijde tegen de schroef *f*, welke laatste dient, om het voorwerp tot de lens te doen naderen.

Men ziet uit deze beschrijving, dat dit mikroskoop nagenoeg geheel overeenstemde met datgene, hetwelk Hartsoeker (z. bl. 47) ongeveer twintig jaren vroeger beschre-

ven had. De latere vorm dien Wilson aan dit werktuig gaf, en hetwelk, onder den naam van Wilson's zakmikroskoop, gedurende meer dan eene halve eeuw zeer algemeen in gebruik is geweest, kwam nog meer overeen met dat van Hartsoeker, daar hij het ook voorzag van den uit verscheidene windingen bestaande spiraalveer (z. fig. 18 *i*). Ten einde het gemakkelijker in de hand te houden, werd er nu ook een afzonderlijk handvatsel aangevoegd. Eerst omstreeks 1740 of iets later (1) werd dit enkelvoudig mikroskoop door Wilson van eenen beweeglijken spiegel voorzien, in dier voege als het in fig. 18 is afgebeeld, terwijl het terzelfder tijd op een blijvend voetstuk werd geplaatst, gelijk men dit laatste thans ook algemeen voor andere enkelvoudige mikroskopen begon aan te wenden. Zoo b. v. bij dat van Milchmeijer (2), hetwelk overigens weinig verschilde van een der mikroskopen van Joh. Musschenbroek, en bij dat van von Gleichen (3), hetwelk niets anders was dan een verbeterd passermikroskoop met eenen daaronder geplaatsten spiegel.

Later veranderde Steiner (4) het Wilsonsche mikroskoop in dier voege, dat drie der busjes, welke de lenzen bevatten, te zamen op eene plaat bevestigd waren, die om eene spil buiten het mikroskoop kon worden rondbewogen, zoodat naar willekeur eene der lenzen boven het voorwerp kon worden gedraaid.

---

(1) In Baker's *Microscope made easy*, in 1744 uitgekomen, wordt de bijvoeging van den spiegel als eene geheel nieuwe uitvinding genoemd.

(2) Ledermüller, *Augenergötzungen* IV. p. 46. pl. I.

(3) Ledermüller, III. pl. XII.

(4) *Abhandlung von den Vergrösserungsgläser*, p. 13, gevoegd achter de Duitsche vertaling van Baker's *Microscope made easy*.

380. In de eerste jaren dierzelfde eeuw had zich in Frankrijk Joblot veel naam verworven in het vervaardigen van allerlei mikroskopen. Hij gaf daarvan eene zeer uitvoerige beschrijving, vergezeld van een groot aantal afbeeldingen (1). Daaruit blijkt, dat alle zijne mikroskopen uitmuntten door sierlijkheid en netheid van vorm (2), doch wezenlijke verbeteringen van eenig belang worden er niet bij aangetroffen. Een enkelvoudig mikroskoop van hem is afgebeeld in Pl. I. fig. 15; *a* is het handvatsel; hiermede zijn verbonden: vooreerst de koperen plaat *h*, welke eene opening heeft waarin het busje *d*, dat de lens bevat, geschroefd kan worden; ten tweede eene andere koperen plaat *f*, welke als voorwerptafel dient, en daartoe in het midden doorboord is. Het glasplaatje of schuifje, waarop of waarin de voorwerpen liggen, wordt op de plaat *f* bevestigd gehouden door de dunnere plaat *e*, welke als eene veer werkt; *fg* is niet anders dan een van voren open ebbenhouten kokertje bestemd om het overtollige licht af te sluiten. Voor de toenadering der lens tot het voorwerp dient de gerande knop *c*, waardoor eene schroef in beweging wordt gebragt, welke met de plaat *h* verbonden is, terwijl deze beweging geregeld wordt door de stalen veer *b*.

Joblot plaatste geen zijner eigenlijke enkelvoudige mikroskopen op een voetstuk, doch hij geeft de beschijving en afbeelding van eenen loupendrager, bestemd voor ontledingen bij geringe vergrootingen. Met weglating van het benedengedeelte van den met kunstig snijwerk overladen voet, is deze afgebeeld in

---

(1) L. Joblot, *Descriptions et usages de plusieurs nouveaux microscopes*, etc. Paris 1718, met 22 platen.

(2) Joblot was hoogleeraar aan de *Academie royale de Peinture et Sculpture*.

Pl. II. fig. 18. Zij bestaat uit een regtstandig gedeelte *a*, bij *b* regthoekig omgebogen en aldaar voorzien van drie bolgeledingen *ccc*, waarvan de laatste verbonden is met eenen ring, waarin de loupe geplaatst wordt. Dergelijke loupendragers zijn nog vele jaren later zeer algemeen in gebruik geweest, vooral nadat Trembley (1) eenen hiermede nagenoeg geheel overeenkomenden had aanbevolen voor de waarneming der zich in een glas met water bevindende polypen, en Lyonet (2) eenen dergelijken voor zijne uitmuntende ontleding der wilgenhoutrups had aangewend.

581. Allengs had men de kunst om kleine glazen lenzen te slijpen ook tot eene groote hoogte gebragt. De lenzen van Wilson's zakmikroskoop vergrootten tot 400 maal.

In dit tijdperk maakte zich ook Lieberkühn beroemd door het vervaardigen van sterk vergrootende lenzen. Zijn levensbeschrijver (3) zegt van hem, dat hij glaasjes sleep van zulk eene wonderbaarlijke kleinheid, dat men een vergrootglas noodig had, om ze te zien. Ook was hij het die het gebruik der holle terugkaatsende metalen spiegeltjes voor de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen, en welke reeds vroeger door Leeuwenhoek (zie bl 44) uitgedacht waren, in 1738 algemeen invoerde.

De toestel van zijn mikroskoop, waarbij hij deze holle spiegeltjes gebruikte, was overigens zeer eenvoudig; hij is afge-

---

(1) *Hist. des polypes d'eau doure*, 1744.

(2) *Traité anatomique de la chenille, qui ronge le bois de saule*, à la Haye, 1762.

(3) *Memoires de l'Academie Royale de Berlin*, 1756. p. 519, ook overgenomen in de *Uitgezochte verhandelingen*, Amsterdam bij Houttuijn, 1760. V. p. 473.

beeld in Pl. I. fig. 15, en werd vastgehouden bij het handvatsel *a*; *b* is een hieraan bevestigd vlak stuk koper, hetwelk de aan eene afzonderlijke stijl *e* bevestigde ring *f* draagt, welke voor het opnemen der lens *m* dient, waarmede een holle spiegel verbonden is. Bij *d* is eene schroef, die door het stuk *b* gaat, en het stuk *l* in beweging brengt, terwijl deze beweging geregeld wordt door de veer *c*. Bij *g* bevindt zich een kokertje met eenen daarin beweegbaren draad, die aan het eene einde in eene spits, aan het andere in een knijpend tangetje uitloopt; beide dienen ter vasthouding der voorwerpen.

In het museum van *the Royal College of Surgeons of England* wordt een klein kabinetje bewaard (1), waarin zich twaalf mikroskopen van Lieberkühn bevinden, elk een geinjicieerd praeparaat bevattende. De zamenstelling dezer mikroskopen is eene andere dan die van het zoo even beschreven werktuig. *A* (Pl. I. fig. 16 halve grootte) stelt voor een koperen buisje van ongeveer een E. duim lang en een duim wijd, hetwelk aan het eene einde eene kleine dubbelconvexe lens bevat van eenen halven duim brandpuntsafstand, terwijl aan het andere einde zich eene grootere lens bevindt voor versterking van het licht. In doorsnede is dit buisje afgebeeld in *B*; *a* is de vergrootende lens gedeeltelijk besloten in eene holte in den zilveren hollen spiegel *c*. In *d* is het voorwerp geplaatst, hetwelk door de schroef *e* op en neder kan worden bewogen, terwijl eindelijk bij *b* de verlichtingslens wordt gezien.

Van een anatomisch mikroskoop door Lieberkühn ver-

---

(1) Quekett, *Practical treatise on the use of the Microscope*, London, 1848. p. 16.

vaardigd, heeft hij mede eene beschrijving en afbeelding gegeven (1). Dit bestond uit eene vrij groote koperen plaat regt op staande op een voetstuk, welke plaat voorzien was van verscheidene beweegbare haken, om het voorwerp uit te spannen; voor eene opening in de plaat werd de lens gebragt, terwijl deze door eene schroef op en neder kon bewogen worden. Een spiegel ontbrak zoowel aan dit als aan de beide vorige mikroskopen voor ondoorschijnende voorwerpen. Kort na Lieberkühn voorzag ook Leutmann (2) de lenzen van het enkelvoudig mikroskoop met terugkaatsende holle spiegeltjes. Zijn mikroskoop is over het geheel doelmatiger ingerigt, dan dat van Lieberkühn, doch er ontbreekt, even als bij dit, een spiegel aan.

Nog een ander mikroskoop voor ondoorschijnende voorwerpen werd door Meijen (3) beschreven. Hetzelve had veel overeenkomst met dat van Lieberkühn. Later werd ook het toen zeer algemeen in gebruik zijnde Wilsonsche mikroskoop van terugkaatsende spiegeltjes voorzien.

382. De tot dus verre vervaardigde en door ons beschreven enkelvoudige mikroskopen waren alleen ingerigt, om het reeds vooraf toebereide voorwerp ter waarneming vóór of onder de lens te brengen. Enkel met uitzondering van het door S. Musschenbroek voor Swammerdam gemaakt mikroskoop (z. bl. 46), waarvan ons trouwens de zamenstelling niet volledig genoeg bekend is, maar hetwelk waarschijnlijk meer met eenen loupedrager gelijk die van Jo-

(1) *Memoires de l'acad. de Berlin*, 1734. p. 21.

(2) Leutmann, *Anmerkungen vom glasschleifen*, Halle 1738; *Vollständ. Lehrgeb.* p. 187. Taf. 46. fig. 1.

(3) Meijen, *Kurzer Uebersicht von der Beschaffenheit und dem Gebrauch der Vergrösserungsgläser und Telescopien.* 1747.

blot (bl. 62) overeenkwam, bestond er tot daartoe geen hetwelk voor ontledingen bij eenigzins aanzienlijke vergrooting geschikt was. Lyonet verbeterde den Joblotschen toestel door den geleden arm (z. Pl. II. fig. 20 *d*) te plaatsen op eene cironde houten plank *ab* van acht R. duimen lengte en vijf duim breedte, welke op een zuiltje *f* rustte, dat bevestigd was op het als voetstuk dienende kistje, waarin de lenzen en anderen voorwerpen geborgen werden. In de groote voorwerpplaat was eene ronde opening *c* van $1\frac{5}{8}$ duim, bestemd voor het opnemen van glazen schijven en bakjes, waarop of waarin zich de ter ontleding bestemde voorwerpen bevonden, terwijl eene onder de opening geplaatste holle spiegel *g* diende ter verlichting van het gezigtsveld. Door middel der geledingen werd dan de lens *e* op den vereischten afstand van het voorwerp gebragt; doch bij het gebruik van tamelijk sterk vergrootende lenzen was deze beweging niet juist genoeg, en voor dit geval bediende zich Lyonet van een zeer vernuftig hulpmiddel, hetwelk wij in het vervolg zien zullen dat later, hoewel op eene veel verbeterde wijze, wederom in toepassing is gekomen. Hij bragt namelijk de middelste geledingen des arms tot vlak bij de oppervlakte der plaat en stelde nu de lens zoo dat zij iets te digt bij het voorwerp was. Nu schoof hij een zeer schuins wigvormig gesneden stukje hout tusschen den geleden arm en de plaat en hierdoor ligtte hij den eersten een weinig op, tot dat het voorwerp zich volkomen scherp vertoonde (1) In lateren tijd heeft Adams dit hulpmiddel ontbeerlijk gemaakt door het aanbrengen der schroef *h* waardoor de gelede arm een weinig kan opgetild worden.

(1) Zie zijne *Lettre à M.* Le Cat, p. 4, geplaatst vóór zijne reeds genoemde Verhandeling.

Reeds vóór Lyonet had echter Cuff (1755) een mikroskoop vervaardigd, hetwelk onder den naam van het watermikroskoop van Ellis bekend is geworden, omdat deze hetzelve het eerst beschreven (1) en gebruikt heeft, voor de waarneming van sommige in het water levende dieren. Het gestel van dit mikroskoop (z. Pl. II.fig. 21) is blijkbaar ontleend aan dat der zamengestelde mikroskopen van denzelfden maker, en verdient hier vooral onze aandacht, omdat het den grond gelegd heeft tot alle verdere verbeteringen in de mechanische inrigting van het enkelvoudig mikroskoop, gelijk het dan ook niet moeijelijk valt in dit voor schier eene eeuw vervaardigd werktuig het model te herkennen, waarnaar het meerendeel der lateren vervaardigd is.

De stam *a* droeg de ringvormige voorwerptafel *c*, waarin eene vlakke glazen schijf *d* of een hol glas kon geplaatst worden. De lenzenarm *k* kon heen en weder geschoven worden in het holle vierkante stuk *i*, hetwelk rustte op de ronde staaf *g*, die in het aan den stam bevestigde kokertje *f* op en neêr gleed en daarin kon ronddraaijen. Elke lens *l* was geplaatst in een busje, dat van onderen voorzien was van een terugkaatsend spiegeltje *m*, terwijl voor de verlichting de spiegel *e* diende.

Het zal naauwelijks behoeven te worden aangewezen, dat dit mikroskoop, vooral door de geheel vrije voorwerptafel, voor zeer vele onderzoekingen veel geschikter was, dan het tot daartoe algemeen in gebruik zijnde Wilsonsche. Echter kon het in dezen vorm bezwaarlijk voor sterk vergrootende lenzen worden aangewend, daar de op en neder schuivende beweging van de staaf *g* in het kokertje *f*

(1) In zijn *Essay towards a Natural History of Corallines*, London 1755.

geene genoegzaam juiste instelling veroorloofde. In dit gebrek werd echter weldra van verschillende zijden voorzien, door, met behoud van de voornaamste deelen van het gestel, de beweging van den lenzenarm door een rondsel of schroef te doen plaats hebben. Op deze wijze, met geringe doorgaans niet noemenswaardige wijzigingen, werden de meeste enkelvoudige mikroskopen in de laatste helft der vorige eeuw vervaardigd, door de beide Adams, Martin, Jones, Mazzola en anderen. Het zal daarom voldoende zijn hier nog alleen het werktuig des laatsten, Vincent Mazzola eenen te Weenen woonachtigen Italiaan, te beschrijven, zoodanig als hetzelve door hem was ingerigt voor het gebruik der sterk vergrootende glasbolletjes, waarvan zich Anton Barba een leerling van Della Torre bediende.

De vierkante stam *a* van dit werktuig werd, door middel eener zwaluwstaart *p* en klemschroef, op het kistje vastgezet. Langs dezen stam gleed op en neder de vierkante koker *d*, waarmede een boogvormige arm *e* verbonden was, op welks einde zich de voorwerptafel *m* bevond, welke daarop, door middel van het gesleufde gedeelte *n* tusschen twee plaatjes *r s* kon heen en weder geschoven en rondgedraaid worden. Van onderen was aan de beweegbare vierkante koker *d* een plaatje *l* bevestigd, waardoor de schroef *i k* ging, welke van boven ronddraaide in het vaststaande armpje *h* aan den top van den stam. Terzelfder plaatse bevond zich de lenzenarm *f*, aan het einde voorzien van eenen ring *g*, die eenigzins uitgehold was. De glasbolletjes waren besloten in komvormige busjes, bevestigd aan een langwerpig vierkant plaatje, van ter zijde gezien afgebeeld in *A*, hetwelk geschoven werd in de zwaluwstaartvormige sleuf onder aan de voorwerptafel bij *q*. De verlichting geschiedde door den hollen spiegel *b*.

385. Doch, terwijl de mechanische toestel gedurende de 18de eeuw allengs eenen hoogen trap van volkomenheid bereikte, had het optische gedeelte gedurende dien zelfden tijd weinige of geene vorderingen gemaakt, en het was eerst in den aanvang der eeuw, waarin wij leven, dat men op nieuw pogingen begon aan te wenden, om het enkelvoudig mikroskoop ook in dit opzigt te verbeteren.

Onder hen, die zulks beproefden, moet in de eerste plaats Wollaston genoemd worden (1). Hij vereenigde (1812) twee plano-convexe lenzen in dier voege met elkander (z. fig. 59 Dl. I.), dat zij, met de platte oppervlakten naar elkander toegekeerd, eene ruimte overlieten, waarin zich een van eene opening voorzien metalen schijfje of ring bevond. Zijn doel was op die wijze, door afsnijding der randstralen, de sphaerische aberratie te verminderen, en tevens een grooter gezigtsveld te verkrijgen, om welke reden hij zulk eene vereeniging eene *periskopische* lens noemde.

Brewster merkte zeer teregt op, dat, ten einde zulk eene periskopische lens zoo doelmatig mogelijk in te rigten, het noodig is de holte tusschen de beide lenzen en den metalen ring met eene stof op te vullen, welke in brekend vermogen nagenoeg gelijk staat met glas, b. v. canadabalsem. Later deed hij den voorslag om, overeenkomstig dezelfde grondbeginselen, waarvan Wollaston was uitgegaan, in eenen bol eene ringvormige groeve te slijpen (z. Pl. II. fig. 2), welke de plaats verving van den zoo even genoemden metalen ring. Deze voorslag vond bijval, vooral bij Coddington (2), die, voor het gemak der uitvoering,

(1) *Philos. transact.* 1812. p. 375.
(2) *Philos. transact.* 1830. p. 69.

aan de groeve eenen scherperen vorm gaf (z. fig. 3 *A*), zoodat het overblijvende uit twee plano-convexe lenzen bestaat, die vereenigd zijn door twee afgeknotte kegels, van waar deze lenzen den naam van *coniopsiden* of ook dien van *vogeloog-lenzen* ontvingen. Fig. 3 *B* stelt de wijze voor, waarop zij gewoonlijk gevat worden, zoodat zij gemakkelijk in den zak kunnen worden gedragen. Dat lenzen van dien vorm zelfs uit zeer kleine bollen kunnen vervaardigd worden, bewijst het door Brewster (1) medegedeelde, aangaande een gegroefd bolletje van granaat door Blackie geslepen, welks doormeter niet meer dan $\frac{1}{24}$ E. duim (ongeveer een millim.) bedraagt. Ook werden dergelijke vogelooglenzen door Coddington op de in fig. 4 afgebeelde wijze daargesteld, welke blijkbaar geheel aan hetzelfde oogmerk voldoet. Werkelijk geven zulke Coddingtonsche lenzen, indien zij goed vervaardigd zijn (2), een zeer scherp beeld, doch zij hebben een gebrek, hetwelk hen voor het doel, waartoe zij eigenlijk bestemd zijn, — namelijk om als loupe te dienen, — minder geschikt maakt. Dit gebrek is de korte afstand van hun brandpunt tot aan de oppervlakte, zoodat het voorwerp er altijd veel digter bij moet gebragt worden, dan bij eene plano-convexe of biconvexe lens van gelijk vermogen.

Ditzelfde bezwaar geldt ook van de cijlinderloupen bestaande uit een cijlindervormig aan beide uiteinden bol geslepen stuk glas, dat in een koperen buisje gevat is (z. fig. 12), welke reeds sedert lang hier en daar in gebruik zijn, zonder dat het mij bekend is, wie dezelve het eerst heeft vervaardigd. Doch deze missen bovendien het voordeel der verbetering van de

(1) *Treatise on the microscope*, Edinburg, 1837. p. 30.

(2) Die welke door Lerebours vervaardigd worden, zijn zeer aanbevelenswaardig.

sphaerische aberratie, welke hier natuurlijk even groot is, als bij eene biconvexe lens van gelijke kromming, daar de ringvormige groeve, die bij de Coddingtonsche lenzen wordt aangetroffen, hier ontbreekt. Het is daarom niet overbodig hier op te merken, dat zulke cijlinderloupen niet zelden onder laatstgenoemden naam verkocht worden.

Eene wijziging der cijlinderloupe is de Stanhopesche lens (fig. 5). Doorgaans wordt zij in een zilveren kokertje gevat, waaraan een ring bevestigd is, om haar in de hand te houden. Beide uiteinden hebben bolle oppervlakten, maar die, welke naar het oog gekeerd wordt, is merkelijk boller en wel zoodanig geslepen, dat kleine voorwerpen tegen de andere bolle oppervlakte geplaatst, zich juist op den vereischten afstand bevinden, om scherp gezien te worden. De bolheid dezer laatste oppervlakte is derhalve voor de vergrooting van geen eigenlijk nut, maar heeft alleen ten doel, om aan de kromming van het gezigtsveld (z. hierover Dl. I. bl. 37) te beantwoorden, en deze zooveel mogelijk op te heffen. Het is echter duidelijk dat eene en dezelfde Stanhopesche lens geenszins voor alle personen even geschikt kan zijn, daar er hier geen middel bestaat om den afstand der voorwerpen overeenkomstig den gewonen duidelijkheidsafstand der verschillende oogen te veranderen. Aan dit gebrek kan alleen worden te gemoet gekomen door uit eenen tamelijk grooten voorraad van zulke lenzen er eene uit te zoeken, welke bij het gebruik blijkt zonder de minste inspanning van het accomodatie-vermogen van het oog, dadelijk een scherp en zuiver beeld te geven. Ook is het getal der voorwerpen, welker aard toelaat hen op de eene bolle oppervlakte te brengen, zoodanig dat zij met voldoende juistheid kunnen waargenomen worden, inderdaad gering, zoodat deze inrigting, aan welks eerste daar-

stelling men overigens niet kan ontkennen, dat eene vernuftige gedachte ten grondslag ligt, wel altijd een zeer beperkt nuttig gebruik zal hebben. Ook veroorlooft de eigendommelijke vorm dezer lenzen niet hen klein en bol genoeg te maken, om daarmede eenigzins aanmerkelijke vergrootingen te erlangen. Die, welke Lerebours vervaardigt, en waarnaar de afbeelding genomen is, bezitten gewoonlijk eene ongeveer 50 malige vergrooting; het zoude hem echter gelukt zijn er met eene 80 malige vergrooting daar te stellen (1), doch ook deze is nog te gering voor de praktische doeleinden — het onderzoeken van bloed, van sputa en andere excreta, — waarvoor men deze lenzen inzonderheid heeft aanbevolen.

584. Eene belangrijke schrede voorwaarts op den weg ter verbetering van het enkelvoudig mikroskoop, en daardoor, gelijk wij later zien zullen, ook van het zamengestelde, bestond in de vereeniging van twee of meer lenzen tot een stelsel. Vroeger (Dl. I. bl. 149) is, voor zoo ver de aard van dit werk toeliet, aangetoond hoe door zulk eene vereeniging niet alleen de vergrooting versterkt, maar ook de sphaerische en chromatische aberratiën verbeterd worden, zoodat zonder nadeel voor de scherpte van het beeld aan zulke doubletten en tripletten eene veel grootere opening kan worden gegeven, waardoor de helderheid, waarmede gelijk vroeger gebleken is (Dl. I. bl. 347) het onderscheidbaarmakend vermogen gelijken tred houdt, sterk toeneemt.

Het gebruik dezer lenzenstelsels is, wel is waar, eerst in den laatsten tijd algemeen geworden, doch reeds vroegtijdig

(1) *Comptes rendus*, 1841. 29 Mars.

schijnen sommigen het nut daarvan te hebben ingezien. Reeds merkten wij op (bl. 42 noot), dat men met grond mag aannemen, dat Leeuwenhoek doubletten en zelfs tripletten vervaardigd heeft, doch nog vóór hem had Eustachio Divini (1) eene vereeniging van twee plano-convexe lenzen met hunne bolle oppervlakten tegen elkander aan geplaatst, als oculair in een zamengesteld mikroskoop gebruikt, terwijl wij hierna zien zullen, dat Grindl von Ach, die weinig later leefde, in zijn zamengesteld mikroskoop al de lenzen op die wijze paarswijze verbond, en ook anderen omstreeks denzelfden tijd voor het objectief eene vereeniging van twee lenzen bezigden. Wat bepaaldelijk het enkelvoudig mikroskoop betreft, zoo vinden wij bij Joblot (2) er een beschreven en afgebeeld, waarin twee biconvexe lenzen op eenen korteren afstand dan hun brandpuntsafstand van elkander verwijderd zijn, zoodat zij derhalve, gelijk Joblot zelf doet opmerken, te zamen een regt gekeerd beeld van het voorwerp doen zien. Hij vervaardigde er ook met plano-convexe lenzen, en plaatste deze in twee afzonderlijke buisjes, die over elkander gleden, waardoor dan verschillende vergrootingen werden verkregen. Later zijn dergelijke vereenigingen van twee weinig vergrootende lenzen als loupen in gebruik gebleven, en men treft bij de engelsche mikroskopen, die in de laatste helft der vorige eeuw vervaardigd werden, dezelve dikwerf aan. In Pl. II. fig. 14 is er eene in doorsnede afgebeeld behoorende bij een Adamsch mikroskoop.

---

(1) *Philosoph. transact.* 1668. N°. 42. p. 842.

(2) *Description d'un très petit microscope à deux verres, qui représente les objets dans leur situation droite et naturelle.* L. c. p. 43.

Euler (1) was echter de eerste, die de nuttigheid van zulk eene vereeniging op theoretische gronden aantoonde, en tevens den vorm der lenzen berekende, welke als de meest gepaste kon beschouwd worden. De uitkomst zijner berekening was, dat zulk eene doublet moest bestaan uit eene biconvexe lens en uit eenen meniscus. Bij de eerste moest de straal der voorste oppervlakte 4,7982 en die der achtervlakte 0,6085 maal den brandpuntsafstand bedragen. Bij de tweede behoorde de voorste oppervlakte eenen straal van — 0,8155 en de achtervlakte eenen van 0,5248 maal den brandpuntsafstand te hebben. De onderlinge afstand dier beide lenzen moest verschillen naar gelang van den brandpuntsafstand. Het schijnt echter niet, dat Euler's aanbeveling veel ingang heeft gevonden; althans het is mij niet gebleken, dat immer zulk eene doublet overeenkomstig zijne berekening vervaardigd is.

In 1821 nam John Herschel (2) dit onderwerp op nieuw op. Hij berekende de grootte der krommingen voor verschillende combinatiën, waarin de aberratiën meer of minder volledig worden opgeheven. De eerste heeft eenige overeenkomst met die, welke reeds Euler had voorgesteld; zij bestaat mede uit eene biconvexe lens vereenigd met eenen meniscus, doch, terwijl Euler de beide lenzen op eenen afstand van elkander plaatste, die verschilde met den brandpuntsafstand van het stelsel, bragt Herschel hunne oppervlakten in onmiddelijke aanraking (z. Pl. II. fig. 6), waarbij dan voor iederen verschillenden brandpuntsafstand ook de krommingen der lenzen verschillen moeten. De uitkomsten zijner

(1) *Recherches sur les microscopes simples et les moyens de les perfectionner*, *Mém. de l'acad. de Berlin.* 1764. XX. p. 105.

(2) *Philos. transact.*, 1821. p. 246.

berekeniug gaven de volgende krommingen en brandpuntsafstanden voor twee zulke doubletten.

	I.	II.
Brandpuntsafstand der eerste lens	+ 10,000	+ 10,000.
Straal der eerste oppervlakte	+ 5,855	+ 5,855.
» » tweede »	— 55,000	— 55,000.
Brandpuntsafstand der tweede lens	+ 17,829	+ 5,497.
Straal der eerste oppervlakte	+ 5,688	+ 2,954.
» » tweede »	+ 6,291	+ 8,128.
Brandpuntsafstand der vereeniging	+ 6,407	+ 5,474.

Bij het gebruik in een mikroskoop moet de bolle zijde naar het oog zijn toegekeerd.

Deze vereeniging heeft inzonderheid ten doel de opheffing der aberratie in het midden van het veld; zij is minder geschikt om de voorwerpen in een uitgebreid gezigtsveld met gelijke scherpte waarneembaar te maken. Hiervoor voldoet beter de in fig. 7 afgebeelde vereeniging, ofschoon deze verre is van met de vorige gelijk te staan in de verbetering der aberratie. Zij bestaat uit eene lens van den besten vorm (verg. Dl. I. bl. 45) verbonden met eene plano-convexe lens, welks brandpuntsafstand tot de eerste staat als 2,6 : 1.

Herschel bevond dat met eene doublet van deze inrigting, welke eenen brandpuntsafstand van 1,84 E. duim bezat, voorwerpen, die 40° ter zijde van de as lagen, nog met gelijke duidelijkheid konden gezien worden, terwijl het eigenlijke gezigtsveld zich tot 75° buiten de as uitbreidde. Voor loupen zoude dus zulk eene doublet voorzeker zeer geschikt zijn.

Eene derde vereenigingswijze door Herschel voorgeslagen, komt in de hoofdzaak overeen met die, waarvan de zoo even genoemde Eustachio Divini reeds voor bijna

200 jaren gebruik heeft gemaakt. Zij bestaat in het plaatsen van twee plano-convexe lenzen met de bolle oppervlakten tegen elkander. De berekening leert, dat de aberratie in dit geval (indien de lenzen van gewoon glas zijn en gelijke kromming hebben) 0,6028 bedraagt van die bij eene lens van den besten vorm. Neemt men echter twee plano-convexe lenzen, waarvan de brandpuntsafstanden tot elkander staan als 1 : 2,5 (z. fig. 8), dan bedraagt de aberratie slechts 0,2481.

Doch hoe verdienstelijk deze pogingen van Herschel ook waren, hoe juist zijne theoretische beschouwingen en daarop gegronde berekeningen, zoo hebben zij echter weinig toegebragt tot de werkelijke verbetering van het mikroskoop, omdat zij stuitten op de moeijelijkheid der praktische uitvoering, daar het zeer bezwaarlijk is zeer kleine lenzen, zoo als die welke in het enkelvoudig mikroskoop voor eenigzins aanzienlijke vergrootingen gevorderd worden, naauwkeurig volgens vooraf berekende krommingen te slijpen.

Gelukkiger slaagde in dit opzigt Wollaston, wien de eer toekomt van de doubletten op eene wijze te hebben leeren inrigten, die veel beter voor praktische uitvoering geschikt is, dewijl het daarbij minder aankomt op de volkomene juistheid van hunnen vorm, dan wel op hunnen betrekkelijken afstand, iets hetwelk de vervaardiger veel meer in zijne magt heeft, daar hij dezen zoolang kan wijzigen, tot dat het door beproeving der vereeniging blijkt, dat deze de best mogelijke werking doet. Het was het laatste, dat deze uitstekende man voor de wetenschap verrigt heeft; eene maand na de uitgave zijner verhandeling (1) over dit onderwerp, stierf hij.

---

(1) *Philos. transact.* 1829. p. 9.

Wollaston geraakte op het denkbeeld zijner doubletten, zoo als hij zelf erkend heeft, door de beschouwing van het oculair voor verrekijkers van Huijgens, hetwelk omgekeerd zijnde een mikroskoop daarstelt. De doubletten, die het eerst naar het voorschrift van Wollaston vervaardigd werden, bestaan uit twee plano-convexe lenzen (Pl. II. fig. 9) elk besloten in een afzonderlijk busje, in dier voege dat het eene door eene schroef in het andere sluit, zoodat derhalve eene gemakkelijke en eenvoudige gelegenheid gegeven is om den afstand te vinden, waarbij het beeld blijkt de meeste helderheid en scherpte te bezitten. De brandpuntsafstand der onderste lens moest volgens hem tot die der bovenste naar het oog gekeerde staan als 1 : 3, terwijl hij meende gevonden te hebben, dat de beste afstand tusschen hunne platte oppervlakten van 1,4 tot 1,5 maal den brandpuntsafstand der kleinste lens bedraagt.

Hij gaf tevens de beschrijving van een mikroskoop-gestel van geheel eigendommelijken vorm en inrigting, waarvan het hoofddoel bestond in eene meer gepaste verlichting der door zijne doubletten beschouwde voorwerpen. Later zullen wij, in het hoofdstuk over de toestellen ter verlichting, op deze inrigting nader terugkomen, daar zij den eersten grond heeft gelegd tot verscheidene later in dit opzigt ingevoerde verbeteringen. Hier willen wij alleen hare beschrijving laten volgen.

A (Pl. II. fig. 10) is eene koperen buis, ongeveer 6 E. duimen lang en 1 duim of meer in doormeter; zij kan met de schroef *g* op het doosje, waarin het werktuig, wanneer het niet in gebruik is, geborgen wordt, worden vastgeschroefd. Bij *l* is eene ruime opening in de buis, bestemd om het licht te laten vallen op den spiegel *f*. Boven den spiegel

bij *i* is een diaphragma, hetwelk dient om de buitenste stralen, welke door den spiegel worden teruggekaatst, af te snijden. Aan het bovenëinde der buis bevindt zich bij *e* eene plano-convexe lens, met de vlakke zijde bovenwaarts gekeerd, van omstreeks $\frac{3}{4}$ duim brandpuntsafstand. De door den spiegel teruggekaatste lichtstralen worden door deze lens vereenigd in *o*, alwaar in de plaat, die de buis van boven sluit, en welke als voorwerptafel dient, eene opening is. Bij *d* is een getand rad en een rondsel, waaraan de dubbel gebogen arm *a b* is bevestigd, waarin de doublet *c* wordt geplaatst, welke door omdraaijing van de knop *d* hooger of lager kan gesteld worden.

Latere vervaardigers hebben in dezen toestel eenige wijzigingen gemaakt, zoo b. v. Dollond in het in fig. 11 afgebeelde mikroskoop; hier is het rondsel vervangen door eene fijne schroef waarvan de gerande knop bij *s* gezien wordt, terwijl ook de voorwerptafel *l* door twee schroeven *f* en *o*, die om 90° van elkander verwijderd zijn, in verschillende rigtingen kan worden bewogen. Ook is bij dit mikroskoop de verlichtingslens geplaatst in een kort buisje, hetwelk in de grootere buis op en neder kan bewogen worden door middel van twee knopjes die door twee langwerpige openingen in de buis naar buiten komen. Eene daarvan ziet men in *g h* en *i*. Dit heeft ten doel om, door de lens digter bij of verder van het voorwerp te brengen, de verlichting te versterken of te verzwakken, ofschoon men erkennen moet, dat deze beweeglijkheid der lens niet in het oorspronkelijke plan van Wollaston lag, die wilde dat het voorwerp altijd juist in het brandpunt der lens kwam te liggen (1).

(1) Ook het mikroskoop, waarvan ik mij gedurende eene reeks van jaren met de glasbolletjes bediende, welker vervaardigingswijze op bl. 55

De door Wollaston uitgedachte doubletten vonden weldra grooten bijval, en ondergingen tevens eenige verbeteringen. Vooral waren het Pritchard en Chevalier, die zich hierdoor verdienstelijk maakten. De eerste deed opmerken, dat de afstand tusschen de beide lenzen, welke door Wollaston was aanbevolen, niet diegene is, waarop het beeld het maximum van scherpte en helderheid bezit. Pritchard kwam tot het besluit, dat die afstand behoort gelijk te wezen aan het verschil tusschen de brandpuntsafstanden der twee lenzen, met inachtneming evenwel van hunne dikte. Verders bevond hij, dat de betrekking tusschen de brandpuntsafstanden der beide lenzen geenszins juist 1:3, maar zeer verschillend kan wezen. Het eenige vereischte is dat het verschil grooter zij dan de dikte der voorste lens, omdat, vooral bij sterke vergrootingen, het brandpunt van het stelsel des te verder van de onderste lens zal verwijderd zijn, hoe grooter het verschil is tusschen de brandpuntsafstanden der afzonderlijke lenzen. Dit nu is voor het praktisch gebruik der doubletten inderdaad van hoog belang. Pritchard meent daarom, dat de verhouding nimmer geringer mag wezen dan 1:3, terwijl hij er verscheidene zeer goede gemaakt heeft, waarin deze 1:6 bedroeg. Eindelijk bragt hij tusschen de beide lenzen een diaphragma, welks beste plaats volgens hem is vlak voor de bovenste lens. Overigens spreekt het van zelf, dat zulk eene doublet met de grootste zorg moet gecentreerd zijn, terwijl,

---

beschreven is, heeft eene hiermede overeenkomstige inrigting. Alleenlijk is de verlichtingslens merkelijk grooter, en dien ten gevolge de buis wijder, en is er bovendien onder de voorwerptafel een draaijend diaphragma aangebragt. Zie de beschrijving en afbeelding in *Bulletin des sc. phys. et natur.* 1839.

eenmaal de beste stelling der lenzen gevonden zijnde, deze onveranderlijk daarin moeten worden bevestigd, dewijl, gelijk Pritchard verzekert, er soms geheele dagen noodig zijn om eene uit elkander genomen doublet wederom in orde te brengen.

Chevalier (1) voorzag zijne doubletten (z. fig. 15) mede van een dergelijk diaphragma *d*, waarvan de opening bij *o* gezien wordt. Overigens verschilt zijne inrigting zoowel van de oorspronkelijke Wollastonsche als van die van Pritchard daarin, dat hij twee plano-convexe lenzen van gelijken brandpuntsafstand bezigt, maar waarvan de bovenste merkelijk kleiner is dan de onderste, die naar het voorwerp is gekeerd. De bedoeling hierbij is de lenzen digter bij elkander te kunnen brengen, waardoor het stelsel minder dik is, en het tevens eene grootere helderheid heeft, terwijl bovendien hierdoor de ruimte tusschen het voorwerp en de onderste lens der doublet grooter wordt.

Zoowel Pritchard als Chevalier hebben ook tripletten voor het enkelvoudig mikroskoop vervaardigd. De inrigting van dezen heeft hetzelfde beginsel ten grondslag als die der doubletten, doch zij vereischen natuurlijk nog meer zorg in de bewerking, welke echter beloond wordt door de grootere scherpte, waarmede zich moeijelijke proefvoorwerpen vertoonen.

Bij de Pritchardsche tripletten bezit de derde of achterste lens eenen langeren brandpuntsafstand dan de beide anderen, en is er ook op eenigen afstand van verwijderd. Later heeft Holland (2) eene andere vervaardigingswijze aanbevolen, welke zeer geroemd wordt. Zij bestaat (z. fig. 16) uit drie plano-convexe lenzen, waarvan de

(1) L. c. p. 36.

(2) *Transactions of the Society of Arts.* 1832. Vol. XLIX.

twee eerste vlak tegen elkander geplaatst zijn, terwijl het diaphragma zich tusschen deze en de bovenste lens bevindt. Zulk eene triplet zoude eenen stralenbundel van 65° met volkomene scherpte doorlaten.

Dat inderdaad eene doublet of triplet de voorkeur verdient boven eene enkele lens van gelijk vermogen, moge blijken uit de volgende vergelijking.

Bij een Dollondsch enkelvoudig zakmikroskoop behooren 4 biconvexe lenzen, waarvan de vergrootingen bedragen:

N°. 1. 77 maal. N°. 3. 331 maal.
» 2. 185 » » 4. 480 » (1).

Een proefplaatje van Nobert als voorwerp bezigende, bevond ik, dat, onder de gunstigste omstandigheden, door N°. 1 geen der groepen in streepen werd opgelost, door N°. 2 onderscheidde ik de streepjes in de 4de groep, door N°. 3 in de 5de, terwijl het ook met N°. 4 niet gelukte eene verdere groep op te lossen.

Twee Pritchardsche doubletten, de eene van 240 malige, de andere van 312 malige vergrooting leverden met hetzelfde plaatje de volgende uitkomsten op. Door de eerste

(1) Deze lens is de sterkste geslepen glazen lens, welke ik gelegenheid gehad heb te zien. Er zijn echter nog merkelijk sterkere vervaardigd. Fontana (*Traité sur le venin de la vipère*, p. 283) bediende zich, voor het onderzoek van het spierweefsel, van eene lens, welke eenen brandpuntsafstand van $\frac{1}{50}$ duim had, hetgeen voor eenen duidelijkheidsafstand van 3 duim aan eene 720 malige en voor die van 25 centim. aan eene 825 malige vergrooting beantwoordt. Deze zoude echter nog verre overtroffen worden door de lenzen van Gould (Schumacher's *Astr. Nachr.* VIII. p. 101), waarvan de sterkste den doormeter niet minder dan 1100 maal zoude vergrooten. Er wordt echter niet bijgevoegd voor welken duidelijkheidsafstand deze vergrooting berekend is, en dat de opgaven der instrumentmakers in dit opzigt niet altijd te vertrouwen zijn, is mij meermalen gebleken.

kon men de streepjes in de 5de groep, door de laatste die in de 6de groep onderscheiden.

Met eene doublet van Chevalier van slechts 48 malige vergrooting werd de 1ste groep opgelost, en met eene andere, die eene vergrooting van 317 bezit, de 6de. Met eene triplet van denzelfde maker, welke 387 maal vergroot, gelukte het mij echter niet meer dan de 5de groep opgelost te zien, iets dat welligt aan eene niet volkomen juiste centrering is toe te schrijven.

Een nadeel, hetwelk de doubletten, maar vooral de tripletten aankleeft, is de geringe afstand tusschen de voorste lens en het voorwerp, welks afstand — gelijk trouwens van zelf spreekt, — ook bij de gunstigste verhoudingen, merkelijk geringer is dan bij eene enkele lens van gelijk vermogen. Bij sterke vergrootingen is men daarom genoodzaakt zeer dunne glas- of micaplaatjes als dekplaatjes te gebruiken, doch voor geringere vergrootingen, die nog gebezigd worden tot ontleding op de voorwerptafel, heeft Chevalier (1) eene eigene inrigting uitgedacht, bestaande uit eene achromatische concave lens, welke boven de doublet gebragt wordt. Hoe grooter de onderlinge afstand is, des te aanzienlijker is de vergrooting, terwijl de overblijvende ruimte merkelijk meer bedraagt, dan wanneer men de doublet alleen gebruikt. Chevalier beveelt deze inrigting niet alleen aan als mikroskoop voor ontledingen bestemd, maar ook aan oogartsen, om daardoor ziekelijk aangedane oogen te beschouwen. Daar ik haar echter niet uit eigen ondervinding ken, zoo kan ik over hare doelmatigheid geen oordeel vellen.

Ook nog een ander gebruik, door Chevalier van zijne

(1) L. c. p. 38.

doubletten gemaakt (1), moet hier vermeld worden. Hij heeft hen namelijk voorzien van een kort buisje of ring, waarvoor een vlak glasplaatje is geplaatst, welks buitenvlakte zich juist op den brandpuntsafstand der lens bevindt, zoodat de daarop gebragte voorwerpen scherp gezien kunnen worden; ten einde het werktuigje voor oogen van verschillenden duidelijkheidsafstand geschikt te doen zijn, is de ring met het glasplaatje beweeglijk gemaakt. Deze inrigting is door hem aanbevolen in stede der Stanhopesche lens (z. bl. 71), boven welke zij voorzeker in verscheidene belangrijke opzigten uitmuut, zoo als: meerdere scherpte en helderheid, de mogelijkheid om haar sterker vergrootend te maken dan deze, en eindelijk de geschiktheid om te beantwoorden aan den verschillenden accomodatie-toestand van het oog, terwijl zij er alleen in minder gewigtige punten voor onderdoet, namelijk in de grootte van het gezigtsveld, die minder, en in de prijs, welke natuurlijk merkelijk meer bedraagt dan die van de eenvoudigere Stanhopesche lens.

585. Wij moeten nu eene andere reeks van pogingen vermelden, welke, gedeeltelijk gelijktijdig met de vorige, in het werk gesteld zijn, om het enkelvoudig mikroskoop te verbeteren, t. w. die welke betrekking hebben tot het aanwenden van andere zelfstandigheden dan glas ter vervaardiging van lenzen.

In de eerste plaats komen hier in aanmerking zulke stoffen, welke gemakkelijker den lensvorm aannemen, dan het moeijelijk te bewerken glas.

Reeds op een zeer vroeg tijdstip, namelijk in 1655,

(1) *Compt. rend.* 1841. 8 Mars.

sloeg Borellus (1) tot dit doel eene oplossing van vischlijm voor, die in kommetjes gegoten bij bekoeling de lensvormige gedaante behoudt, terwijl hij zelfs meende, dat zulke vischlijm-lenzen beter dan glazen lenzen moesten zijn, daarvoor als reden gevende: »dat zij meer overeenkomen met de weefsels en de vochten, waaruit het oog bestaat." Hij schijnt echter zijnen voorslag niet uitgevoerd te hebben, anders zoude hij waarschijnlijk weldra het gebrekkige van dien grond hebben ingezien.

Op het laatst dierzelfde eeuw bedacht Stephen Gray (2) eenen kleinen toestel, geschikt om eenen waterdroppel in stede eener glazen lens of glasbolletje te gebruiken. Zijn watermikroskoop, afgebeeld in Pl. II. fig. 17 had de volgende zamenstelling. Het bestond uit twee metalen plaatjes *af* en *be*, onderling door eenen schroef bij *e* verbonden; om deze schroef als middelpunt kon het plaatje *eb* gedraaid worden, totdat hetzij de spits *c*, welke voor bevestiging van ondoorschijnende voorwerpen, of de ronde opening *b*, die voor het opnemen van vloeistoffen bestemd was, voor de opening in *a* te leggen kwam. In deze opening, welke ongeveer $\frac{1}{30}$ duim groot was, werd, met de spits eener naald, een droppel water gebragt, die daarin den bolvorm aannam en als vergrootende lens werkte. Voor de toenadering der beide plaatjes tot elkander diende de schroef *d*.

Dit watermikroskoop van Gray, schijnt in dien tijd veel bijval gevonden te hebben. Althans Zahn (3) en Bion (4) hebben nog andere voor hetzelfde doel bestemde kleine

(1) *De vero Telescopii inventore*, Lib. II. p. 51.
(2) *Philos. Transact.* 1696. N°. 221. p. 230.
(3) *Oculus artificialis*, ed. 2ª. 1702. p. 750.
(4) *Mathematische Werkschule*, 3te Aufl. 1726. p. 43.

werktuigen beschreven, die ik echter als minder belangrijk hier voorbij ga. Gray (1) zelf heeft, in stede van water, ook een vischlijm-afkooksel gebruikt. Ook bezigde hij het vergrootend vermogen van water met bolle oppervlakten nog op eene andere wijze; hij boorde namelijk in eene koperen plaat van $\frac{1}{10}$ d. dikte een gaatje van minder dan $\frac{1}{20}$ d. doormeter. In deze cylindervormige holte bragt hij nu water, waarin zich eenige infusoriën bevonden, indiervoege dat aan beide zijden der opening het water bolvormig boven den rand uitpuilde. Op die wijze verkreeg hij derhalve eene kleinen cijlinderlens van water, welks brandpunt binnen den cijlinder viel, zoodat nu alle voorwerpen, welke op dien afstand zich in het water bevonden, sterk vergroot werden gezien.

In onzen tijd heeft Brewster (2) andere vloeistoffen van hoogeren brekingsindex dan water en geringere vloeibaarheid tot hetzelfde oogmerk aangewend, namelijk: zwavelzuur, oleum castorei, oleum succini, terpenthijnvernis, copaivabalsem en canadabalsem. Het laatste voldeed hem het best. Hij bragt, met de punt eener naald of met een haar, eenen kleinen droppel van het een of ander dezer vochten aan de ondervlakte van een plat glasplaatje, dat vooraf met eene soda-oplossing was schoon gemaakt. Op die wijze vormde zich eene plano-convexe lens, terwijl eene biconvexe verkregen werd door ook op de bovenvlakte zulk eenen droppel te brengen. Hij zegt op die wijze lenzen verkregen te hebben, te klein om hen nog met het bloote oog te onderscheiden. Ook zoude het hem gelukt zijn er grooteren met eene nagenoeg hyperbolische kromming te vervaardigen.

(1) *Philos. transact.* 1697. p. 540.

(2) *New philos. instruments*, 1819. p. 413. *Treatise on the microscope*, 1837, p. 25.

Eenige dier lenzen bleven meer dan een jaar lang bruikbaar, en zouden, naar zijne meening, dit nog langer gebleven zijn, indien zij voor stof bewaard werden.

Dat men aldus tamelijk goede lenzen, die voor tijdelijk gebruik geschikt zijn, kan vervaardigen, kan ik bevestigen. Het best bedient men zich daartoe van een der dunne dekplaatjes, die tegenwoordig algemeen bij de mikroskopen gevoegd worden, waarop men een droppeltje van tamelijk dikvloeijenden canadabalsem brengt. Intusschen spreekt het van zelf, dat, terwijl er ons zoovele andere en betere middelen ten dienste staan om voorwerpen vergroot te zien, men wel zelden, zoo immer, tot dit hulpmiddel zijne toevlugt zal behoeven te nemen.

Hetzelfde geldt van de kristallenzen van kleine visschen, mede door Brewster tot mikroskopen aanbevolen. Eensdeels verdroogen deze zeer spoedig, waarbij zij hunnen vorm en doorschijnendheid geheel verliezen, anderdeels is het zeer moeijelijk hen altijd juist zoo in eene opening van een metalen plaatje, dat in een lensbusje bevat is, te plaatsen, dat hunne optische as juist in de gezigtsas ligt. Echter is het mij enkele malen gelukt zeer goed door zulk eene lens te zien, en zelfs herinner ik mij niet immer een scherper en helderder beeld waargenomen te hebben, dan eenmaal door een kristallensje van eene nog zeer jonge paling, hetwelk den diameter niet minder dan 536 malen vergrootte.

586. Doch terwijl alle deze pogingen, om zich op eenen gemakkelijkeren weg, dan door het slijpen van glazen lenzen, enkelvoudige mikroskopen daar te stellen, ten slotte als mislukt te beschouwen zijn, zoo moeten wij thans andere vermelden, die vruchtbaarder geweest zijn, ofschoon

ook zij, bij de groote verbeteringen, welke later de glazen lenzen zelve ondergaan hebben, thans gerekend kunnen worden tot het gebied der geschiedenis te behooren. Ik bedoel het vervaardigen van lenzen uit bergkristal en verschillende edelgesteenten, saphir, granaat, robijn, berijl, topaas en diamant.

Uit de vroegere (z. Dl. I. bl. 52, 53, 50, 55 en 148) theoretische beschouwingen over dit onderwerp is gebleken, dat lenzen uit deze verschillende stoffen, vooral de laatsgenoemde, vervaardigd, boven glazen lenzen van gelijk vergrootend vermogen uitmunten door eene merkelijk geringere chromatische en sphaerische aberratie, terwijl zij bij gelijke krommingen aanzienlijk sterkere vergrootingen geven. Dit gedeelte derhalve met stilzwijgen voorbijgaande, willen wij hier alleen stilstaan bij de proefnemingen, die opvolgend genomen zijn met het slijpen van lenzen uit andere stoffen dan uit glas.

Dat reeds in overoude tijden het bergkristal tot lensvormige stukken geslepen werd, is vroeger (bl. 7) vermeld, doch de eerste, die hier genoemd moet worden, is Lippershey, dezelfde die in 1608 den verrekijker uitvond, en van wien het waarschijnlijk is dat hij, ten gevalle der tot een onderzoek van zijn werktuig benoemde commissie uit de Staten-generaal, eenen verrekijker vervaardigde, waarin de lenzen uit bergkristal bestonden (1). Zekerder is het echter dat later Leeuwenhoek lenzen uit dezelfde stof heeft geslepen, gelijk blijkt uit het vroeger (bl. 41) hieromtrent medegedeelde.

Het schijnt niet, dat na deze beiden iemand uit andere stoffen dan glas lenzen geslepen had, toen in 1819 Brewster (2) zijne meening te kennen gaf, dat lenzen van dia-

(1) Moll en van Swinden, l. c. p. 145.
(2) *New phil. Instr.* p. 403.

mant geslepen beter dan die van glas zouden zijn, omdat de diamant bij veel sterker straalbrekend vermogen een geringer kleurschiftend vermogen heeft. Hij kon echter toen geenen werkman vinden in staat om zulk eene lens te slijpen, doch Hill in Edinburg vervaardigde (1) voor hem twee lenzen, de eene van robijn, de andere van granaat, en deze bleken inderdaad glazen lenzen verre te overtreffen.

In 1824 vatte Goring het eerste denkbeeld van Brewster weder op, deelde het mede aan Pritchard, en het gelukte dezen, na vele mislukte pogingen (2), eindelijk op den 1^sten^ December van hetzelfde jaar de eerste diamanten lens daar te stellen. Deze had echter nog eenige gebreken, doch korten tijd daarna slaagde hij in de vervaardiging van twee plano-convexe diamanten lenzen van $\frac{1}{20}$ en $\frac{1}{30}$ duim brandpuntsafstand, welke voor het gebruik als mikroskoop volkomen geschikt waren. Later hebben in Engeland behalve Pritchard en Hill, ook Adie, Blackie en Veitch, in Parijs Lerebours, Chevalier en Oberhaüser, en in Weenen Plössl lenzen uit verschillende edelgesteenten geslepen.

Niet alleen echter is het de hardheid dezer edelgesteenten, waardoor zij veel moeijelijker dan glas te bewerken zijn, die hunner vervaardiging in den weg staat, maar het is inzonderheid hunne kristallijne structuur. Deze heeft bij het bergkristal, den saphir, den robijn en den topaas, als behoorende tot de tweeassige kristallen, eene dubbele breking ten gevolge, en het is daarom volstrekt noodig, dat bij eene hieruit geslepen lens de optische as zamenvalt met de as van dubbele breking, iets dat uit den

(1) *Treatise on the microscope*, p. 14.

(2) Men leze het omstandig verhaal daaromtrent, door hem zelven medegedeeld in zijn *Microscopic Cabinet*, p. 107.

aard der zaak moeijelijk met de vereischte volkomene juistheid bereikbaar is. De granaat, als behoorende tot het regelmatige stelsel, heeft geene dubbele breking, doch hier is daarentegen de kleur hinderlijk, welke, wel is waar, bij zeer kleine lenzen zeer verminderd is, maar waardoor toch nog altijd het gezigtsveld eenigermate verduisterd wordt. Wat eindelijk den diamant betreft, zoo behoort ook deze, gelijk men weet, tot de gelijkassige kristallen, maar desniettegenstaande heeft men met sommige daaruit geslepen lenzen twee of drie beelden, die elkander gedeeltelijk bedekken, waargenomen, zoodat zulk eene diamanten lens volstrekt onbruikbaar was. Brewster (1) heeft de oorzaak van dit op den eersten blik raadselachtig verschijnsel nader onderzocht, en bevonden dat vele diamanten zijn zamengesteld uit op elkander liggende lagen van verschillend brekend vermogen. Wanneer nu deze lagen nagenoeg evenwijdig loopen met de as der lens, dan kan het niet anders of men moet daardoor even zoovele beelden zien als er bijzondere lagen zijn, doch indien de lens zoo geslepen wordt, dat hare optische as loodregt op deze lagen staat, dan zal hun verschillend brekend vermogen geenen invloed meer kunnen uitoefenen, en er slechts een enkel beeld gezien worden.

Daar nu de vervaardiging eener diamanten lens, — de kostbaarheid der stof zelfs daargelaten, — zeer veel tijd en moeite kost, zoo is het van belang vóór de slijping het bestaan en de rigting dier lagen te kennen. Het beste middel daartoe is eerst aan de steen twee vlakken te slijpen en dan in een donker gemaakt vertrek hierop eene zonne-

(1) *Treatise*, p. 13. — *Edinburgh Philos. Transact.* VIII. p. 157. — *Philos. Magaz.* VII. p. 245.

straal door eene naauwe opening te laten vallen. Men herkent dan de lagen en hunne rigting aan de verschillende terugkaatsing der stralen. Brewster beveelt hiertoe ook nog een ander middel aan, daarin bestaande dat de diamant gedompeld wordt in een glazen vat met kaneelolie. Uit hoofde van het sterk brekend vermogen van dit vocht, worden al de brekingen aan de onregelmatige oppervlakten van den diamant sterk verminderd, zoodat deze als het ware doorschijnend wordt, en men de in zijn binnenste bestaande gebreken even goed ziet als de bekende streepen in flintglas.

Uit hoofde van de vele moeite en bezwaren aan de vervaardiging van lenzen uit edelgesteenten verbonden, zijn zij dan ook zeer kostbaar. Ziehier de prijzen van zulke lenzen met de daarbij gevoegde brandpuntsafstanden en vergrootingen (voor 10 E. d. duidelijkheidsafstand), zoo als zij in 1829 door Pritchard vervaardigd werden (1).

SAPHIREN LENZEN.

Brandpuntsafstand.	Vergrooting.	Prijs van elke lens.
$\frac{1}{10}$ E. duim.	100.	
$\frac{1}{20}$ » »	200.	
$\frac{1}{30}$ » »	300.	2 £ en 2 sh. of *f* 25,20.
$\frac{1}{40}$ » »	400.	
$\frac{1}{50}$ » »	500.	
$\frac{1}{60}$ » »	600.	3 £ » 3 sh. » *f* 37,80.
$\frac{1}{80}$ » »	800.	4 £ » 4 sh. » *f* 50,40.
$\frac{1}{100}$ » »	1000.	5 £ » 5 sh. » *f* 65,00.

Elke diamanten lens kost van 10 £ tot 20 £ dat is *f* 120 tot *f* 240.

---

(1) Schumacher's *Astronom. Nachr.* 1829. IX. p. 51.

Plössl (1) vervaardigde kort daarna dergelijke lenzen voor de volgende prijzen:

Eene diamanten lens van 500 malige vergrooting . *f* 150.

Eene saphiren lens van 400 malige vergrooting. . *f* 20.

Lenzen van berijl, topaas en bergkristal, van 200 tot 500 malige vergrooting. . . . . *f* 10.

Chevalier (2) zegt: » eene goede diamanten lens zoude 500 francs kosten, of liever men kan daarvoor geenen prijs vaststellen." In zijne prijscourant van 1842 zijn zij genoteerd tegen 150 francs *et plus.*

Raadpleegt men nu de ondervinding dan worden deze groote kosten geenszins opgewogen door de hoogere voortreffelijkheid dier lenzen, vooral niet nadat het zamengestelde mikroskoop zulke gewigtige verbeteringen heeft ondergaan, en dit voor eenen matigen prijs te bekomen is. Ik ben niet in de gelegenheid geweest om diamanten lenzen te beproeven, en wil gaarne op het getuigenis van Goring en Brewster aannemen, dat deze lenzen, wanneer zij goed gelukt zijn, eene groote mate van helderheid en scherpte bezitten, doch daar er nimmer eene enkele daarmede verrigte waarneming is medegedeeld, die niet even goed met een aplanatisch zamengesteld mikroskoop of zelfs met eene goede doublet had kunnen verrigt worden, zoo betwijfel ik het zeer of de groote verwachtingen, welke men daarop gebouwd had, verwezenlijkt zijn.

Wat de saphiren lenzen betreft, zoo bevindt er zich eene, door Pritchard vervaardigd, voor den prijs van *f* 65, op het physisch kabinet alhier. Bij onderzoek bleek deze lens

(1) Schumacher's *Astr. Nachr.* IX. p. 390.
(2) L. c. p. 33.

de hoogst aanzienlijke vergrooting van 990 maal (voor eenen duidelijkheidsafstand van 25 centim.) te bezitten. In het Wollastonsche mikroskoop (beschreven op bl. 78) gebruikt, gelukte het mij de 6de groep van het Nobertsche plaatje zeer duidelijk opgelost, en ook in de 7de de streepjes grootensdeels onderscheidenlijk te zien. De doubletten en enkelvoudige lenzen, welker optisch vermogen in dit opzigt vroeger (bl. 81) door mij vermeld is, kunnen niet met deze lens vergeleken worden, omdat alle verre voor haar in vergrooting onderdoen, maar daarentegen bezit een der op bl. 58 genoemde glasbolletjes een slechts weinig geringer vergrootend vermogen. Met dit glasbolletje nu, welks vervaardiging niet meer dan eenige minuten tijds heeft gevorderd, wordt de 7de groep schier even duidelijk opgelost als de 6de met de kostbare saphiren lens! Deze uitkomst kan alleen verklaard worden door als waarschijnlijk aan te nemen, dat zulk een glasbolletje eenen hyperbolischen vorm bezit, doch zij is voldoende ten bewijze, dat inderdaad lenzen uit edelgesteenten eene thans geheel overbodige weelde zijn geworden; hetgeen bovendien bevestigd wordt door de daadzaak, dat zelfs in Engeland, waar, gelijk wij zagen, het denkbeeld hunner vervaardiging het eerst ontstond, men dit reeds weder heeft laten varen (1).

Dat overigens ook doubletten en tripletten uit verschillende edelgesteenten kunnen worden zamengesteld, even goed als uit glas, spreekt van zelf, als ook dat zulke vereenigingen beter zijn dan enkele lenzen. Zoowel Pritchard

(1) » *The idea is now, in fact, abandonned*," zegt Quekett over dit onderwerp sprekende; z. *Pract. Treat. on the use of the Microscope.* 1848, p. 66.

als Blackie hebben er onderscheidene vervaardigd, die door Brewster zeer geroemd worden (1).

387. Wij zouden thans moeten overgaan tot de geschiedkundige beschouwing van de belangrijkste van alle de verbeteringen, die in lateren tijd gemaakt zijn in het optisch gedeelte der mikroskopen, te weten het achromatiseren der lenzen, door hen zamen te stellen uit twee soorten van glas met verschillend brekend en kleurschiftend vermogen, doch daar het inzonderheid het zamengesteld mikroskoop is, hetwelk den invloed dier verbetering ondervonden heeft, zoo willen wij de behandeling van dit gedeelte van het onderwerp liever tot het volgende hoofdstuk besparen, en dit besluiten met een overzigt van de verschillende werktuiglijke toestellen, welke tegenwoordig worden gebezigd, om de lenzen en lenzenstelsels voor praktisch gebruik geschikt te maken.

Het is bekend, dat men deze toestellen in het algemeen onderscheidt in loupen en eigenlijk gezegde enkelvoudige mikroskopen. Alhoewel het ter naauwernood zal behoeven herrinnerd te worden, dat deze onderscheiding eigenlijk willekeurig is, daar er tusschen beide klassen van werktuigen geene scherpe grens kan getrokken worden, zoo is zij echter gegrond op het praktisch gebruik, hetwelk men van de lenzen als vergrootglazen maakt, en wij willen haar daarom hier behouden.

Loupen zijn dan in het algemeen zulke werktuigen, welke op eene meer eenvoudige wijze zijn ingerigt, waaraan eene eigenlijk gezegde voorwerptafel ontbreekt, wier vergrooting slechts 4 tot hoogstens 20 malen bedraagt, en welke daarom

(1) *Treatise*, p. 52.

ook niet van eenen naauwkeurigen bewegingstoestel voorzien behoeven te zijn, waardoor het voorwerp nader bij of verder van de lens gebragt wordt.

Enkelvoudige mikroskopen, in den meer beperkten zin, zijn dan zulke werktuigen, waarin niet alleen lenzen of lenzenstelsels van geringe vergrooting gelijk die in loupen, maar ook veel sterker vergrootende kunnen gebezigd worden, om welke reden eene bijzondere tafel voor de voorwerpen, een daaronder geplaatste spiegel voor doorvallend licht en eene gepaste beweeginrigting voor het vinden van den juisten afstand tusschen voorwerp en lens hierbij volstrekt gevorderd worden.

Zoowel de loupen als de enkelvoudige mikroskopen kunnen dan nog op zeer uiteenloopende wijzen zijn ingerigt, overeenkomstig het meer bepaalde doel, waartoe het werktuig bestemd, en zelfs is het zeer moeijelijk, zoo niet onmogelijk eenig werktuig van dien aard zoodanig in te rigten, dat het aan alle eischen even goed voldoet. Doorgaans moet men het eene voordeel meer of min opofferen om een ander des te beter te bereiken.

Wat dan in de eerste plaats de lenzen aanbelangt die voor loupen kunnen gebezigd worden, zoo vloeit uit datgene wat reeds Dl. I. bl. 42 en volg., hieromtrent gezegd is, voort, dat die welke het algemeenst in gebruik zijn, namelijk de biconvexe met gelijke krommingen aan beide oppervlakten, als de slechtste te beschouwen zijn, uithoofde der sterke sphaerische aberratie, welke daarmede plaats grijpt. Veel beter is eene lens van den besten vorm, dat is eene zoodanige waarin de krommingen ongeveer tot elkander staan als 1 : 6, doch schier even bruikbaar is eene plano-convexe lens, welke bovendien uit den aard der zaak gemakkelijker te vervaardi-

gen en daardoor minder kostbaar is. Bovendien heeft zulk eene plano-convexe lens nog een ander voordeel; houdt men haar namelijk met de bolle zijde naar het oog, zoodat de platte naar het voorwerp gekeerd is, dan is de aberratie het kleinst; in de tegenovergestelde houding is het gezigtsveld merkelijk uitgebreider, doch de aberratie het grootst. Deze laatste houding is dus gepast om een algemeen overzigt van eenig voorwerp te erlangen, de eerste daarentegen voor eene naauwkeuriger beschouwing van deszelfs bijzonderheden, zoo als b. v. bij het verrigten van ontledingen gevorderd wordt.

Waar het er alleen op aan komt bij een tamelijk groot gezigtsveld de voorwerpen scherp te zien, zijn ook de Coddingtonsche loupen of vogelooglenzen (z. bl. 70) zeer bruikbaar. Bij ontledingen kunnen zij echter niet dienen, daar het voorwerp veel te digt bij de glasoppervlakte komt. Hetzelfde geldt van de cijlinderloupen, maar zoowel deze als de Coddingtonsche loupen kunnen met voordeel worden aangewend, om de voorwerpen, die zich onder water bevinden, te onderzoeken, daar zij zonder hinder hierin gedompeld kunnen worden.

De loupen behooren echter geenszins altijd uit eene enkele lens te bestaan, maar zij kunnen er ook twee of drie bevatten, en aldus de reeds meermalen genoemde deugden van doubletten en tripletten bezitten. Doorgaans geschiedt dit ook, maar in de meeste gevallen is het duidelijk, dat de vervaardigers slechts op het oog gehad hebben, om een zoo groot mogelijk getal lenzen van onderscheiden vergrooting in een kort bestek te vereenigen, maar zonder dat zij bedacht geweest zijn om hunne onderlinge afstanden en krommingen zoodanig te regelen, dat de eene lens de andere op de beste wijze ondersteunt, en de aberratiën daardoor verbeterd

worden. Somwijlen zelfs gebeurt het, dat men loupen aantreft met twee plano-convexe glazen, die boven elkander kunnen worden gebragt, maar alleen zoo dat de platte zijden naar elkander toegekeerd zijn, en de lenzen zich dus tegenover elkander in de slechts mogelijk stelling bevinden, terwijl diezelfde lenzen zoodanig geplaatst, dat de eene met hare bolle zijde naar de vlakke der andere of wel beide bolle oppervlakten naar elkander toegekeerd zijn, bij gelijke vergrooting een veel scherper en duidelijker beeld zouden geven. Nog scherper en duidelijker echter zal dit beeld zijn, indien de beide lenzen volgens de regelen die voor doubletten in het algemeen gelden (z. bl. 77 en volg.) met elkander verbonden worden, en ook de gepaste afstand in het oog wordt gehouden, gelijk zulks b. v. in de Fraunhofersche loupe, welker doorsnede in Pl. II. fig. 15 is afgebeeld, geschied is.

Voor de meeste praktische doeleinden, waartoe loupen gevorderd worden, en bij de geringe hier gevorderde vergrooting, zijn plano-convexe lenzen geheel toereikend. Wenscht men echter eene loupe te bezitten, die nog meer vrij van beide aberratiën is, dan verdienen voorzeker de van achromatische lenzen voorziene loupen, zoo als deze tegenwoordig bij de meeste makers van mikroskopen te verkrijgen maar het eerst door Plössl vervaardigd zijn, de voorkeur, terwijl eindelijk voor het geval, dat men inzonderheid een gezigtsveld van aanzienlijke uitgebreidheid verlangt, de periskopische doublet van Herschel (z. bl. 75 Pl. II. fig. 7) in de eerste plaats in aanmerking moet komen.

588. De wijze, waarop eene lens of eene verbinding van lenzen tot loupe gevat is, is mede niet geheel onverschillig.

Ook deze hangt af van het doel, waartoe de loupe bestemd is. Bestaat dit in het overzien van een groot gedeelte van het voorwerp op eens, dan behoort het hulsel, dat de lens omgeeft, slechts weinig of niet boven deze uit te puilen, opdat men gelegenheid hebbe het oog digt bij hare oppervlakte te houden. Doch wil men vooral de in het midden van het gezigtsveld gelegen voorwerpen of deelen van eenig voorwerp scherp zien, dan is het beter de lens of het lenzenstelsel op den bodem van een kort kokertje te plaatsen, welks deksel eene opening heeft, waarboven het oog gehouden wordt, op de wijze afgebeeld in Pl. II. fig. 15.

Voor zakloupen is de algemeenste en voorzeker ook de verkieslijkste vorm die, welke in fig. 19 is afgebeeld, doch nog op onderscheidene manieren kan gewijzigd worden, en, in stede van twee, ook een, drie, vier of zelfs meer lenzen kan bevatten. Zulk eene zakloupe is een der nuttigste, ja onontbeerlijkste werktuigen voor iederen natuuronderzoeker, en het zal derhalve niet ongepast zijn hier iets te zeggen over hare beste inrigting, te meer daar de ondervinding leert, dat, hoe eenvoudig ook de beginselen zijn, waarop de zamenstelling van dit kleine werktuig berust, zij toch door velen niet worden begrepen of in toepassing gebragt. Zonder echter in eene herhaling te treden van het reeds gezegde betreffende de verschillende vormen van lenzen en hunne combinatiën, welke hier de voorkeur verdienen, wil ik liever als voorbeeld de maten en brandpuntsafstanden opgeven van de lenzen eener zakloupe, welke, zoo niet voor alle, dan toch voor verreweg de meeste doeleinden, waartoe men dit werktuig bezigt, volkomen geschikt is.

De beide lenzen behooren plano-convex te zijn, en zoodanig geplaatst, dat, wanneer zij vereenigd gebruikt wor-

den, de bolle zijde der kleinste meest vergrootende lens naar de platte zijde der andere gekeerd is. Gepaste brandpuntsafstanden en middellijnen der lenzen zijn de volgende. Voor de zwakste 50 millim. brandpuntsafstand en eene vrije opening van 25 millim. Hare vergrooting bedraagt dan 6 malen den doormeter. De sterkste lens kan eene opening hebben van 15 millim., eenen brandpuntsafstand van 25 millim., en gevolglijk een vergrootend vermogen van 11 malen. Zijn nu de lenzen zoodanig gevat, dat, indien zij boven elkander gebragt worden, hunne optische middelpunten 5 millim. van elkander verwijderd zijn, dan bedraagt de brandpuntsafstand der vereeniging 18 millim., en de vergrooting 15 malen. Mogt men overigens voor een bepaald doel zwakkere of sterkere combinatiën verlangen, dan laten zich de brandpuntsafstanden der hiertoe gevorderde lenzen berekenen volgens de in Dl. I. bl. 128 en 152 gegeven regelen. Het in fig. 19 bij *a* afgebeelde diaphragma wordt, bij het gebruik der loupe als doublet, tusschen de beide lenzen gebragt; voor de zoo even genoemde lenzen kan het eene opening van 5 millim. in middellijn hebben.

Wat de stof betreft, waaruit het overige van het werktuig gemaakt is, metaal, schildpad, ivoor of hoorn, zoo is zulks tamelijk onverschillig. Alleenlijk moet men bij het aankoopen eener loupe nog op twee punten letten, vooreerst of de lenzen zoodanig boven elkander kunnen gebragt worden, dat hunne optische assen zamenvallen, en ten tweede of de lenzen op eene behoorlijke wijze in hunne hulsels bevestigd zijn. Bij vele zakloupen, die in den handel voorkomen en welker hulsel uit hoorn bestaat, worden de lenzen tegengehouden door desgelijks hoornen ringen, die in de opening vastgelijmd zijn. Draagt men nu zulk een werk-

tuig in den zak, dan duurt het niet lang of, ten gevolge der huiduitwaseming en der hygroscopiciteit van het hoorn en de lijm, laat de ring los en de lens valt er uit. Beter is het daarom ivoren ringen tot dit doel te bezigen, maar het verkieslijkst zijn metalen ringen van buiten van een schroefdraad voorzien, welke in de opening vastgeschroefd kunnen worden.

389. Bij het gebruik, dat van de loupe tot ontleding of tot anderen fijnen handenarbeid gemaakt wordt, is het noodig haar aan een gepast gestel te bevestigen, hetwelk veroorlooft de lens op eenen behoorlijken afstand van het voorwerp te kunnen vaststellen. Hiervan nu bestaan zeer verschillende soorten.

De reeds vroeger (bl. 63) beschreven loupendrager van Joblot (afgebeeld in Pl. II. fig. 18), later eenigzins gewijzigd door Trembley, en door Lyonet van eene afzonderlijke voorwerptafel en daaronder geplaatsten spiegel voorzien (z. fig. 20), is voorzeker onder allen diegene, welke veroorlooft het vergrootglas met gemak in de meeste rigtingen te brengen, daar zij naar alle zijden beweegbaar is. Echter is deze groote beweeglijkheid juist oorzaak, dat een loupendrager van dit maaksel bij veelvuldig gebruik weldra onbruikbaar wordt, daar de bolgeledingen slijten en verlamd worden.

Beter, hoewel iets meer beperkt in hun gebruik, zijn daarom andere loupendragers, waarvan wij er hier nog eenige willen beschrijven, welke zich door hunne doelmatigheid aanprijzen.

Op eene zeer eenvoudige wijze is de in fig. 23 afgebeelde toestel ingerigt. Zij bestaat uit eene gewone zakloupe, welke van achteren bij *c* eene vierkante opening heeft, tot opneming van het vierkante regthoekig gebogen staafje *d*, hetwelk

aan een kokertje bevestigd is, dat over de ronde staaf *a* glijdt, en daarop met eene klemschroef *b* kan vastgezet worden; het voetstuk is van massief koper. Reeds voor vele jaren zijn loupendragers meer of min hiermede in maaksel overeenkomende in gebruik geweest; de hier beschrevene is, naar de aanwijzing van Lister, door Smith en Beck te Londen vervaardigd (1).

Nog bruikbaarder doch tevens merkelijk zamengestelder en kostbaarder is de loupendrager van Ross (2), afgebeeld in Pl. II. fig. 24. Deze bestaat uit een rond voetstuk van $1\frac{1}{2}$ E. duim in doormeter, waarop eene korte buis *a* staat, waarin eene tweede *b* op en neder schuift; aan haar boveneinde bevindt zich eene schroefgeleding *c*, waaraan de vierkante buis *d* bevestigd is; hierin glijdt de vierkante staaf *e*, aan het einde voorzien van eene tweede geleding *g* en verbonden met den ring *h*, die bestemd is om de lenzen op te nemen, welke in busjes gelijk aan *A* besloten zijn. Door de geleding *c* kan de vierkante staaf op en neder worden bewogen, om de lens op den juisten afstand van het voorwerp te brengen, en, daar de staaf *e* in de vierkante buis *d* glijdt, kan de afstand tusschen de lens en het gestel worden vergroot of verkleind; de geleding *g* dient om de lens horizontaal te plaatsen of onder eenigen hoek, waaronder men een voorwerp wenscht waar te nemen. Eindelijk kan door de buis *b* meerder of minder uit te trekken, de afstand tusschen de tafel en den geleden arm worden veranderd. Op de prijscourant van Ross is deze loupendrager met twee lenzen genoteerd tegen 1 £ 14 sh. of *f* 20,40.

Merkelijk eenvoudiger en schier even doeltreffend ingerigt

(1) Quekett, l. c. p. 54.
(2) Quekett, l. c. p. 55.

is de toestel van Strauss Durckheim (1) afgebeeld in fig. 26. Op eene langwerpig vierkante metalen of houten met lood bezwaarde plaat *a*, verheffen zich twee koperen stijlen *b* en *c* van ongelijke lengte. De loupe wordt gedragen door den arm *d* die aan haar uiteinde van twee geledingen *gg* is voorzien. Het ongelede gedeelte heeft bij *c* eene scharnier verbonden aan eenen ring, die langs de stijl *b* glijdt, terwijl bij *i* de arm door eenen tweeden ring gaat, die door eene scharnier *f* verbonden is met de voorwaarts gebogen stijl *c*. Het is duidelijk dat op die wijze de arm *d* als een soort van hefboom werkt, en de loupe op alle willekeurige hoogten kan gesteld worden.

Ook de door v. Mohl (2) aangeprezen inrigting voldoet aan de meeste oogmerken, en is tevens geschikt om bij doorvallend licht te arbeiden. Zij bestaat (z. Pl. II. fig. 25) uit een kastje *ab* van 15 tot 20 centim. lengte, 8 centim. breedte en hoogte, hetwelk aan de eene naar het venster toegekeerde zijde open is, eenen vlakken spiegel bevat, die om eene as ronddraait, en door eene aan de regterkant uitstekende knop kan worden bewogen; van boven, bij *fg*, is eene opening, die met eene glasplaat kan gesloten worden. De loupe *c* wordt opgehangen aan eenen arm, die twee scharniergeledingen *dc* heeft, en op de linkerzijde van het kastje vastgeschroefd is.

Voor dergelijke doeleinden is ook de tafel bestemd, welke door mij in Dl. II. bl. 110 is beschreven, en op Pl. I. fig. 5 van hetzelfde deel afgebeeld, waarop ook loupendragers van zeer verschillend maaksel, en van een verplaatsbaar voetstuk voorzien, kunnen gebruikt worden.

---

(1) *Traité pratique et théorique d'anatomie comparative*, Paris. 1812. I. p. 72.

(2) *Mikrographie*. p. 25.

390. Het getal der verschillende enkelvoudige mikroskoopgestellen, welke in onzen leeftijd reeds vervaardigd zijn, en meerendeels door de thans levende optische instrumentmakers nog worden vervaardigd, is tamelijk groot, ofschoon zij nu minder dan voor eenige jaren in gebruik zijn, daar het enkelvoudig mikroskoop, sedert de aanzienlijke verbeteringen in het zamengestelde aangebragt, veel van deszelfs vroegere uitstekendheid verloren heeft.

Zonder aanspraak te willen maken op eene geheel volledige optelling van alle, zelfs van de geringere wijzigingen door onderscheiden vervaardigers daarin gemaakt, willen wij hier eenige der enkelvoudige mikroskopen van de meest bekende makers beschrijven, vooral die, welke in een of ander opzigt eene meer bijzondere vermelding verdienen.

Reeds zagen wij, dat in de laatste helft der vorige eeuw door Cuff het enkelvoudig mikroskoop van eenen regtopstaanden stam met daaraan bevestigde voorwerptafel en beweegbaren lensdrager voorzien was. Eene in het wezen der zaak daarmede geheel overeenkomstige inrigting treffen wij nog heden ten dage aan bij de mikroskopen van Ch. Chevalier, bij dat van Raspail door Deleuil vervaardigd, bij die van Smith en Beck, het zakmikroskoop van Pritchard, een der enkelvoudige mikroskopen van Ross, dat van Plössl, van Körner en verscheidene andere. Sommigen hunner hebben echter ook aan hunne mikroskoop-gestellen eenen daarvan meer of minder afwijkenden vorm gegeven, waardoor zij, vooral voor het gebruik van sterke lenzen en lenzenstelsels, bruikbaarder, doch tevens merkelijk zamengestelder en kostbaarder geworden zijn. Bij anderen heeft men meer bepaaldelijk ten doel gehad hen zoodanig in te rigten, dat zij voor ontledingen van kleine voorwerpen geschikt

waren, terwijl eindelijk eenigen zich hebben toegelegd op het uitvinden van zulke gestellen, welk zoo klein en beknopt mogelijk zijn, ten einde een sterk vergrootend mikroskoop overal met gemak bij zich te kunnen dragen.

Het enkelvoudig mikroskoop van Charles Chevalier te Parijs, is afgebeeld in Pl. III. fig. 1. Als voetstuk dient het kistje x, waarin het werktuig geborgen wordt, wanneer het niet wordt gebruikt, en waarop de holle vierkante stam t kan worden vastgeschroefd, waarin eene tweede vierkante staaf g, die van achteren zaagsgewijs is ingesneden, door middel van een getand rad, waarvan r de knop is, kan worden op en neder bewogen. Aan het boveneinde der staaf g bevindt zich het regthoekig daarmede verbonden stuk a, aan het uiteinde voorzien van eenen ring tot opneming van de verschillende doubletten, welke bij dit mikroskoop gevoegd zijn. Voor de voorwerpen dient de vierkante plaat p, welke in de eene rigting 8, in de andere 6 centimeters breed is, en in het midden eene ronde opening heeft, waaronder de draaijende schijf n is geplaatst, welke openingen van verschillenden doormeter heeft, en als diaphragma dient tot wijziging van de intensiteit der verlichting; m is de spiegel, welke aan de eene zijde hol, aan de andere vlak is, en door middel van het vierkanten hulsel b' langs den stam t op en neder kan geschoven worden. De geheele hoogte van het gestel is 14 centim. Dit mikroskoop is voorzien van doubletten, waarvan inzonderheid de minder vergrootende, dat is die welker gebruik het meeste nut heeft, een bij uitstek zuiver en scherp beeld geven. (Vergelijk omtrent hen het reeds op bl. 82 medegedeelde).

Volgens de prijscourant van Chevalier van 1842, bedraagt de prijs van dit mikroskoop, voorzien van twee dou-

bletten, 70 francs. Elke doublet van 10 lijnen (11 malige) tot 1 lijn brandpuntsafstand (110 malige vergrooting) kost 10 francs, die van $\frac{1}{2}$ lijn (220 mal. vergr.) 15 francs, en van $\frac{1}{4}$ lijn (440 mal. verg.) 20 francs. Met een volledig stel van zeven doubletten en eene achromatische concave lens (z. hierover bl. 82) is de geheele prijs van het mikroskoop 150 francs (*f* 71,40).

Chevalier (1) heeft ook eene beschrijving en afbeelding (z. Pl. III. fig. 2) gegeven van het anatomisch mikroskoop van Lebaillif. Hier rust eene breede vierkante voorwerptafel *p* op twee stevige ronde stijlen *cc*. De stam *g* is aan de voorwerptafel bevestigd; de beweging geschiedt op dezelfde wijze als bij het Chevaliersche mikroskoop, doch de lenzenarm *s* kan door middel van een getand rad in het hulsel *l* heen en weder worden bewogen. In de ronde opening der voorwerptafel wordt de met eene glazen plaat *o* bedekte trommel *b* geplaatst, welke op en neder kan worden geschoven, en aldus hooger en lager gesteld.

De inrigting van dit mikroskoop voor het bepaalde oogmerk, om ontledingen onder de lens te verrigten, is voorzeker doelmatig, daar de groote voorwerptafel en de stevigheid, welke het gevolg van haar rusten op twee stijlen is, als voordeelig te beschouwen zijn. De handen vinden namelijk hunne rustpunten op de voorwerptafel ter weerszijden van den trommel, waarop het voorwerp, dat ontleed moet worden, geplaatst wordt. Minder noodig schijnt de beweegbaarheid van den lenzenarm *s*, daar het voorwerp wel altijd op een glasplaatje of in een bakje met vocht zal liggen, en dit voor het minst even gemakkelijk kan verplaatst en

(1) L. c. p. 37.

onder de lens gebragt worden, waarbij nog komt, dat, door de lens telkens boven een ander gedeelte van de voorwerptafel te brengen, ook de verlichting eene verandering ondergaat.

391. Het enkelvoudig mikroskoop van Simon Plössl te Weenen, is afgebeeld (1) in Pl. III. fig. 5. Het heeft eenen driehoekigen stam *a* van 10 centim. hoogte, aan welks achterzijde zich de zaag van het rondsel *c* bevindt. Met het kistje, op welks deksel een ring *b* geschroefd is, waarin de mikroskoopstam geschroefd wordt, heeft het geheele werktuig eene hoogte van 15 centimeters. De voorwerptafel *d* wordt door het rondsel naar de lens toe bewogen; zij is vierkant, 5 centim. breed, en heeft eene opening van 2 centim. Op hare bovenvlakte bevindt zich een hoefijzervormige veerklem *e*, welke door eene spiraalveer *f* naar beneden getrokken wordt. De arm *g*, welke de lenzen draagt, kan in eene horizontale rigting om zijn bevestigingspunt aan de spits van den stam gedraaid worden. Tot verlichting dient een holle spiegel van 2,5 centim. in doormeter.

Ik zelf ken dit mikroskoop niet. V. Mohl prijst deszelfs eenvoudigheid, maar laakt er aan: 1° de beweging van de voorwerptafel naar de lens, 2° de geringe grootte van de voorwerptafel, 3° het gebrek aan eenige inrigting om de verlichting te wijzigen, terwijl de veerklem en de horizontale draaijing van den lenzenarm hem overtollig voorkomen.

Op de prijscourant van Plössl vindt men het op de volgende wijze genoteerd:

Met drie doubletten van 12 tot 100 malige vergrooting 50 Conv. Guld. (*f* 57).

---

(1) Naar v. Mohl, l. c. T. II. fig. 1.] p. 56.

Met zes doubletten, van 12 tot 300 malige vergrooting, 56 Conv. Guld. (*f* 69).

Het door Körner te Jena vervaardigde enkelvoudige mikroskoop komt met het vorige zeer na overeen. Het heeft (z. fig. 4 (1)) eenen vierkanten stam van 8 centim. hoogte, aan de achterzijde zaagsgewijs ingesneden. De voorwerptafel *d* is vierkant, ruim 5 centim. breed, en kan door eene klemschroef *c* tegen den stam worden vastgezet. De lenzenarm *h* kan horizontaal gedraaid worden. De verlichting geschiedt door eenen hollen spiegel van 2,5 centim. doormeter, terwijl een draaijend diaphragma *e* met twee openingen zich onder de voorwerptafel bevindt. Op de voorwerptafel zijn twee veerklemmen *f* en *g*, waarvan de eene *f* door eene schroef kan worden gespannen.

Dit werktuig is zeer aanbevolen door Schleiden (2). Blijkens zijne beschrijving behooren er vier doubletten bij van eene heldere en schoone 15—120 malige vergrooting. V. Mohl (3) daarentegen vond de sterkere doubletten zeer middelmatig, en, ofschoon hij de geheele inrigting niet ondoelmatig oordeelde, zoo kwamen hem echter de beweegbare voorwerptafel en de daarop geplaatste veerklemmen minder geschikt voor. Overigens bedraagt de prijs van dit mikroskoop niet meer dan 17 Thaler dat is 30 gulden.

392. De enkelvoudige mikroskopen van Pritchard te Londen hebben een gestel van zeer uiteenloopend maaksel, al naar gelang van het bijzondere doel, waartoe zij bestemd zijn.

---

(1) Mede naar v. Mohl, l. c. T. II. fig. 4. p. 57.

(2) *Grundzüge der Wissenschaftlichen Botanik*, 2te Aufl. 1845. I. s. 97.

(3) L. c. s. 57 noot.

Zijn zakmikroskoop (1) komt in de hoofdzaak overeen met de tot hiertoe beschreven werktuigen, doch munt uit door beknoptheid, daar het in deszelfs geheel nog geen 6 centimeters hoog is, en dus zeer geschikt om medegedragen te worden, daarentegen ongeschikt voor ontledingen.

Hiervoor bepaaldelijk ingerigt is dat, hetwelk in Pl. III. fig. 5 is afgebeeld. Een zware drievoet draagt eenen stevigen ronden koperen stam, waaraan het overige van het gestel is opgehangen. *A* is een houten blok, bij *a* en *b* eenigzins uitgehold om er de armen op te laten rusten. In het hieraan bevestigde holle vierkante stuk *c* beweegt zich de getande staaf *d* op en neder, door ronddraaijing der knop *e*. De arm *f* kan rondgedraaid worden; aan zijn uiteinde *h* is eene bolgeleding, waardoor de lensdrager *i* in alle rigtingen beweegbaar is. De vierkante voorwerptafel *k* is van eene beweegbare slede voorzien, waarvan de beide knoppen bij *p* uitsteken, en van een vierkante bakje *l* met glazen bodem, waarin de ter ontleding bestemde voorwerpen worden geplaatst.

Men kan niet ontkennen dat deze toestel in vele opzigten aan deszelfs doel beantwoordt, doch tevens noodeloos zamengesteld en daardoor kostbaar is. Het gebruik van een houten blok om er de armen op te laten rusten is, wel is waar, beter dan een metalen rustpunt, omdat hout de warmte minder geleidt, doch zulk een aan het mikroskoop zelf bevestigd houten blok, hetgeen het geheele werktuig zeer verzwaart, en daarin eene buitengewone vastheid en stevigheid vordert, kan bij elk ander mikroskoop vervangen worden door ter zijde daarvan geplaatste blokken van gepaste hoogte en vorm.

(1) *Microscopic Cabinet*, p. 243.

Een derde enkelvoudig mikroskoop van Pritchard is afgebeeld in Pl. III. fig. 6 *A* en *B*. In *A* is het geheele werktuig in eene hellende houding voorgesteld, maar het kan ook in eene vertikale of horizontale stelling gebruikt worden. De ronde stijl *b* rust op de drie pooten *aaa*. Boven aan deze stijl is eene scharniergeleding verbonden met den koker *f*, waarin de eigenlijke uit buizen bestaande stam van het mikroskoop door middel eener klemschroef wordt vastgezet. Binnen in de buis *c* glijdt eene buis *h*, verbonden met eene schroef, welke er door heen gaat tot aan de driehoekige buis of staaf *i*, die de lenzenarm draagt, waarin de lens bij *j* geplaatst wordt. Voor de toenadering der lens tot het voorwerp dient vooreerst de op en neder glijdende beweging der buis *h*, terwijl eene juiste instelling bereikt wordt door omdraaijing der gerande knop *k*. De voorwerptafel *l* is bevestigd aan het driehoekige stuk *r;* ter vasthouding der voorwerpplaatjes en schuifjes dient een spiraalveertoestel, die door eene bajonetgeleding aan de voorwerptafel wordt bevestigd, terwijl er diaphragmata met verschillende openingen in kunnen gebragt worden. In de daaronder geplaatste buis *q* is eene verlichtingslens bevat; *d* is de spiegel, welke aan de buis *c* hooger en lager kan gesteld worden, terwijl in *e* ook nog eene verlichtingslens kan worden geplaatst, welke niet in de figuur is afgebeeld.

Eene doorsnede van den stam *rck* is afgebeeld in *B*, ten einde de werktuiglijke inrigting voor de beweging beter te doen zien. In het holle driehoekige stuk *r*, dat geschroefd is op den top van den stam, bevindt zich de driehoekige buis *i*, waaraan de lenzenarm bevestigd is. In het beneden-einde van deze buis is een klein stuk *i'*, waarin eene fijne schroef *s* draait door middel van de gerande knop

k, waarmede zij verbonden is. Het boveneinde eener spiraalveer, in de figuur afgebeeld, drukt tegen het stuk *i'* aan den bodem der driehoekige buis, terwijl haar benedeneinde stuit tegen eene stop bevestigd binnen in de buis *h*. Wordt derhalve de schroef benedenwaarts gedraaid, dan voert zij de buis *i* en daardoor tevens den lenzenarm mede, terwijl het omgekeerde plaats heeft, indien de schroef in de tegenovergestelde rigting bewogen wordt. De spiraalveer dient alleen tot regeling der beweging, bepaaldelijk tot wegneming van den zoogenaamden dooden gang der schroef.

Dit werktuig bezit derhalve eene dubbele beweging voor de toenadering der lens tot het voorwerp, eene grovere en eene fijnere, en is als zoodanig beter ingerigt dan de tot hiertoe beschrevene voor het gebruik van zeer sterk vergrootende lenzen, doubletten enzv.

392. Nog volkomener is de inrigting van het enkelvoudig mikroskoop door Andreas Ross in 1851 het eerst voor Wn. Valentine vervaardigd en afgebeeld in Pl. III. fig. 7, in *A* van ter zijde, in *B* van achteren en gedeeltelijk geopend gezien, ten einde de werktuiglijke inrigting duidelijker te vertoonen. Het wordt gedragen door den drievoet *aaa*, waarop eene stevige holle zuil *b* staat, waaraan de voorwerptafel *c* is bevestigd, welke bovendien door de twee schuinsche stukken *rr* gedragen wordt. Boven op de zuil is, door middel van drie schroeven, een kapiteel *e* bevestigd, hetwelk in deszelfs as eene driehoekige holte heeft, waarin zich de driehoekige buis *f* bevindt, welks benedeneinde gaat door eene dergelijke buis *gg*, binnen in de buis *b* besloten. Deze driehoekige buis glijdt op en neder door de vaststaande schroef *i*, verbonden met de gerande knop *o*, welke

onder de zuil geplaatst is. Deze dient voor de fijne instelling. Aan den top en aan den boden der driehoekige buis, bij *g* en nabij *p*, zijn twee stukken aangebragt, met driehoekige holten daarin, waarin de driehoekige staaf *s* past, en op en neder bewogen wordt door het rondsel en de gerande knop *t*. Op die wijze wordt de grovere instelling verkregen. Deze veroorlooft de lens tot op 7,5 centim. van het voorwerp te verwijderen. De schroef, welke voor de fijne beweging en naauwkeurige instelling dient, heeft 50 draden in den E. duim, en de gerande knop *o* is, overeenkomstig den voorslag van Solly, verdeeld in 100 deelen, hetgeen veroorlooft de op en neêrgaande beweging in 5000ste deelen van den E. duim te meten, en een middel aan de hand geeft voor de bepaling van de dikte der zich onder de lens bevindende voorwerpen.

De arm *d*, welke de lens draagt, is aan de driehoekige staaf *s* bevestigd door middel eener kegelvormige pen, waarop hij horizontaal kan gedraaid worden, terwijl de arm zelf verlengd en verkort kan worden door het rondselwerk bij *h*. De lens kan derhalve boven alle punten der voorwerptafel worden gebragt.

De groote voorwerptafel *c* bestaat uit drie platen; de onderste is tegen de zuil aan bevestigd, de beide andere zijn hierop beweeglijk, door middel van twee schroeven, waarvan de eene bij *q* gezien wordt, terwijl de andere achter de voorwerptafel verborgen is. Door deze beide schroeven wordt de voorwerptafel bewogen in twee rigtingen, de eene regthoekig op de andere. Op de bovenste der drie platen is de trommel *u* geplaatst met eene hoefijzervormige veerplaat om de voorwerpplaatjes tusschen te bevestigen.

De verlichtingstoestel bestaat vooreerst uit den spiegel *w*,

die aan de eene zijde hol aan de andere vlak is, en ten tweede uit de onder de voorwerptafel vastgeschroefde buis *x*, waarin zich eene verlichtingslens bevindt, die door middel van twee buitenwaarts uitstekende pennetjes, waarvan een bij *ij* gezien wordt, hooger en lager kan worden gesteld.

Het lijdt geen twijfel of, onder alle bekende vormen van gestellen voor het enkelvoudig mikroskoop, is dit datgene, hetwelk de meeste goede eigenschappen in zich vereenigt. Voor het meer beperkte doel, waartoe tegenwoordig het enkelvoudig mikroskoop inzonderheid dient, de ontleding van voorwerpen namelijk, kan het, wel is waar, als al te zamengesteld worden aangemerkt, doch hetzelfde gestel kan ook met eene zeer geringe wijziging, in dat van een zamengesteld mikroskoop worden veranderd, gelijk door Ross dan ook gedaan is, en hierbij komen de onderscheidene middelen ter beweging, die aan dit gestel op eene inderdaad allezins voldoende wijze zijn aangebragt, te stade.

Ross vervaardigt overigens ook veel eenvoudiger ingerigte gestellen voor enkelvoudige mikroskopen, welke in de hoofdzaak overeenkomen met de reeds beschrevene van Chevalier.

Op zijne prijscourant worden er twee genoemd, waarvan het eene, met vier enkelvoudige lenzen van 1 tot $\frac{1}{10}$ duim en eene doublet van $\frac{1}{20}$ duim brandpuntsafstand,

kost . . . . . 4 £ 14 sh. 6 d. (*f* 57).

Een dergelijk met eene grootere voorwerptafel voor ontledingen en betere bewegingsmiddelen,

kost . . . . . 6 £ 16 sh. 6 d. (*f* 82).

Doubletten van $\frac{1}{10}$ duim tot $\frac{1}{30}$ duim brandpuntsafstand

kosten . . . . . 15 sh. tot 1 £ 10 sh. (*f* 9—*f* 18).

Eene triplet van $\frac{1}{40}$ duim brandpuntsafstand

kost . . . . . : 2 £ 10 sh. (*f* 30).

Enkele lenzen van $\frac{1}{4}$ duim tot $\frac{1}{80}$ duim brandpuntsafstand kosten . . . . . 5 sh. tot 1 £ 10 sh. (*f* 5—*f* 18).

Doelmatig maar zeer eenvoudig ingerigt zijn ook de enkelvoudige mikroskopen van Smith en Beck, welke zich van die van Chevalier slechts onderscheiden door eene ronde ringvormige voorwerptafel met eene daarin geplaatste glazen schijf, even als in het oorspronkelijke Cuffsche mikroskoop. Ook die van Powell zijn van een dergelijk maaksel. Wij zullen derhalve bij deze niet stilstaan, evenmin als bij verscheidene andere, gelijk de zakmikroskopen van Carry, van Dollond, enzv., welke zich in geenerlei belangrijk opzigt van diegene onderscheiden, welke wij reeds beschreven hebben. Van het laatste dient echter nog opgeteekend te worden, dat de vroegere Leeuwenhoeksche methode, om namelijk de lenzen niet in busjes maar tusschen plaatjes te bevestigen, hier gevolgd is, iets dat inderdaad voor sterk vergrootende lenzen, gelijk de daarbij gevoegde (verg. bl. 81), dan ook de voorkeur verdient, uithoofde van het grootere gezigtsveld hetwelk het gevolg is van de meerdere nabijheid, waarin het oog tot de lens kan gebragt worden. Deze plaatjes, welke eene lengte hebben van 50 millim., en eene breedte van 12 millim. worden bij het gebruik geschoven in eene sleuf aan het boveneinde van den stam, zoodat derhalve hier de gewone lenzenarm ontbreekt.

394. Wij mogen hier echter niet met stilzwijgen eenen toestel voorbijgaan, welke door Slack (1) is uitgedacht, en onder alle tot het ontleden van voorwerpen onder het mikroskoop be-

(1) *Transactions of the Society of Arts.* Vol. XLIX.

stemde werktuigen mij voorkomt het best aan deszelfs doel te beantwoorden. Fig. 8 Pl. III stelt dezen toestel van achteren gezien voor. Hij bestaat uit een houten kastje 18 centim. hoog en 10 centim. breed. De gedeelten *rr* der bovenvlakte zijn hellend gemaakt, om er de armen op te doen steunen; deze gedeelten zijn 10 centim. in het vierkant, het horizontale gedeelte aan den top is 15 centim. lang en 10 centim. breed. Op den bodem van dit kastje staat in het midden een groote ronde spiegel *z* in eenen beugel opgehangen op de gewone bij mikroskopen gebruikelijke wijze. Vlak daarboven in het midden van den top is eene ronde opening, waarin de voorwerptafel *h* wordt vastgeschroefd; deze staat op eene buis van 2,5 centim. hoogte, om welke zij in eene horizontale rigting kan gedraaid worden, ten einde het voorwerp in elke geschikte houding te brengen. De toestel voor het dragen der lenzen en voor hunne toenadering tot het voorwerp is bevestigd aan de achtervlakte van het kastje. Een regtopstaande stam *a* 15 centim. lang, zaagsgewijs getand aan de eene zijde, draagt den lenzenarm *mn*, welke zoowel in eene horizontale rigting kan rondgedraaid, als door het rondselwerk *t* verlengd en verkort worden. Voor de op en neder-beweging van den stam en den daaraan bevestigden lenzenarm dient een getand rad verbonden met de gerande knop *l*, welke 5 centim. doormeter heeft, en waarmede de instelling op eene tamelijk naauwkeurige wijze kan verrigt worden, maar nog juister door middel van den hefboom *o*, welke past in eene reeks van holten, die in den rand der knop *l* geboord zijn. Dit geheele gedeelte van den toestel is verbonden aan eene koperen plaat *i*, welke glijdt in eene andere plaat *jj*, die met schroeven aan het kastje is beves-

tigd. Wanneer doorschijnende voorwerpen onderzocht moeten worden, dan wordt het scherm q, hetwelk van zwart laken gemaakt is, voor de voorwerptafel gezet door middel van twee pennen pp, welke een weinig naar voren zijn gebogen, ten einde aan het hoofd niet in den weg te staan. Dit scherm heeft een tweevoudig nut; eensdeels onderschept het alle van buiten komend licht behalve dat van den spiegel, anderdeels behoedt het de oogen des waarnemers voor het licht van de kaars of de lamp, indien hij bij kunstlicht arbeidt.

Deze dissectietoestel van Slack is voorzeker zeer doelmatig ingerigt. Overigens is het duidelijk, dat ieder die een goed enkelvoudig mikroskoop van eenvoudige zamenstelling heeft, zich zonder veel moeite eenen dergelijken toestel kan doen vervaardigen, daar het geenszins een vereischte is, dat deze in allen deele met den boven beschrevenen overeenkome. Zoo b. v. kan de horizontale draaijing en heen en weder beweging van den lenzenarm gemakkelijk gemist worden, desgelijks de draaijing van de voorwerptafel om hare as. Ook zouden er naar omstandigheden nog andere weinig wezenlijke wijzigingen in kunnen gemaakt worden, welke echter gerustelijk aan ieder, die zich zulk eenen toestel laat maken, kunnen worden overgelaten.

395. Werpen wij nu eenen blik terug op de geschiedenis van het enkelvoudig mikroskoop, zoo als deze in de vorige bladzijden geschetst is. Wij zagen dan, dat dit werktuig aanvankelijk, zoowel uit een optisch als uit een mechanisch oogpunt, hoogst gebrekkig was. Eene lens van 9 of 10 malige vergrooting in een kokertje, aan welks andere uiteinde het voorwerp geplaatst werd, zonder eenig middel hoegenaamd

om den afstand te veranderen, maakte het geheele mikroskoop uit. Eenigen tijd later begon men iets sterkere lenzen te vervaardigen, en tevens bedacht te zijn op onderscheidene middelen om den afstand tusschen voorwerp en lens te veranderen; een groot aantal verschillende toestellen werden tot dit oogmerk uitgedacht, waaronder er sommige waren, die, wel is waar, voor het vernuft der uitvinders getuigden, maar tevens de blijken droegen van de geringe hoogte, waarop de praktische werktuigkunde nog in die dagen stond. Intusschen ging men voort met al kleinere en kleinere lenzen te slijpen, en, waar de kunst hierin te kort schoot, verving men deze door sterk vergrootende glasbolletjes, doch gelijktijdig hiermede moest ook de verlichtingswijze verbeterd worden, daar bij die sterke vergrootingen het licht te zwak werd, en men plaatste daarom eene lens achter het voorwerp, om het licht hierop te concentreren, en tevens waren toen reeds sommigen bedacht op middelen om, door diaphragmata met verschillende openingen, de sterkte van het licht naar omstandigheden en overeenkomstig den aard der voorwerpen te wijzigen. Eindelijk werd ook de verlichtingswijze met opvallend licht aanmerkelijk verbeterd door de uitvinding van holle metalen spiegeltjes, die hetzelve op het voorwerp terugkaatsen.

Dit nu was de toestand van het enkelvoudig mikroskoop ongeveer eene eeuw nadat het in gebruik was gekomen. Men bezigde algemeen hetzij glasbolletjes of biconvexe lenzen, en had van de laatsten er reeds van 200—300 malige vergrooting en van de eersten nog merkelijk sterkere vervaardigd, waarmede vele nog heden ten dagen bruikbare waarnemingen verrigt werden; doch nog altijd moesten de mikroskopen in de hand tegen het licht worden gehouden, en konden vele

voorwerpen, uithoofde der hierbij gevorderde vertikale stelling, slechts gebrekkig worden waargenomen, terwijl bovendien de gelegenheid ontbrak, om hen onder het vergrootglas te ontleden.

In dit laatste gebrek werd het eerst voorzien. Men plaatste eenen van geledingen voorzienen lenzendrager op een voetstuk, doch uit den aard der zaak konden hierbij alleen weinig vergrootende lenzen worden gebruikt, welke veroorloofden het voorwerp en deszelfs deelen nog bij opvallend licht waar te nemen. Later werd ook dit verbeterd, door den reeds vroeger bij het zamengestelde mikroskoop aangebragten spiegel ook op het enkelvoudige werktuig toe te passen. Vervolgens zag men in, dat men hierdoor tevens gelegenheid had verkregen, om eene afzonderlijke voorwerptafel aan het mikroskoop te voegen, welke vrij en groot genoeg kon zijn om er onderscheidene voorwerpen op te plaatsen, die dan onder de lens konden ontleed worden. Deze voorwerptafel en de daarop te verrigten bewerkingen vorderden echter meerdere stevigheid in den geheelen toestel dan deze tot dus verre bezeten had, en zoo ontstond de stam, waaraan de onderscheidene gedeelten van het werktuig werden bevestigd, en verschillende reeds veel verbeterde inrigtingen werden aangebragt tot regeling van den afstand tusschen de lens en het voorwerp, hetgeen te grootere naauwkeurigheid vorderde, naar mate men voortging met lenzen van sterker vergrootend vermogen te vervaardigen, hetwelk tot 700 maal en meer bedroeg, terwijl glasbolletjes van nog veel sterkere vergrooting werden daargesteld.

Op dezen trap stond het enkelvoudig mikroskoop gedurende de laatste helft der vorige en zelfs het eerste vierde gedeelte der tegenwoordige eeuw. Als werktuig voor weten-

schappelijk onderzoek verdiende het in dien tijd verre de voorkeur boven het zamengestelde mikroskoop, en nagenoeg alle eenigzins belangrijke waarnemingen gedurende dit tijdperk zijn er dan ook mede verrigt. De meesten wanhoopten aan eene grondige verbetering van het zamengestelde werktuig, en zelfs nog, nadat de hiertoe in het werk gestelde pogingen aanvankelijk de mogelijkheid van eenen gunstigen uitslag in dit opzigt hadden doen vooruitzien, trachtten velen het enkelvoudige mikroskoop tot eenen nog hoogeren trap van optische en mechanische volkomenheid op te voeren. De meerdere kennis aangaande de wetten, die het licht in zijnen loop volgt, stelde tot het eene, de groote vorderingen, welke de praktische werktuigkunde in onze dagen gemaakt heeft, tot het andere in staat. In stede van glasbolletjes en biconvexe lenzen, waarbij de sphaerische aberratie altijd aanmerkelijk is, en die daarom slechts eene geringe opening mogten bezitten, leerde men de lenzen tot stelsels vereenigen, en de beste wijzen kennen hoe zulke doubletten en tripletten konden vervaardigd worden. In stede van glas begon men de veel sterker straalbrekende maar minder kleurschiftende edelgesteenten tot lenzen te verwerken. Eindelijk, in stede van het kokertje, waaruit het geheele vitrum pulicare van eertijds bestond, vervaardigde men mikroskoopgestellen van de meest zamengestelde maar tevens ook van de vernuftigste inrigting, waaraan de kunst vele weken arbeids had ten koste gelegd, en waaraan niets vergeten was, dat slechts in eenigerhande opzigt den gebruiker bij de fijnste waarnemingen kon van dienst zijn, zoo als grovere en fijnere bewegingen voor de juiste instelling der lenzen, doelmatig ingerigte verlichtingstoestellen, middelen tot werktuiglijke beweging der voorwerpen, enzv.

En echter is het aan het enkelvoudig mikroskoop niet mogen gelukken zijnen vroegeren voorrang staande te houden. Het heeft, als werktuig bestemd om het oog te doen doordringen in de diepste schuilhoeken der natuur, moeten plaats maken voor zijnen mededinger, het zamengesteld mikroskoop, gelijk nader blijken zal door eene onderlinge vergelijking van de met beide werktuigen verkregen uitkomsten, die echter eerst in het volgende hoofdstuk hare plaats kan vinden. Van nu af aan is aan het enkelvoudig mikroskoop een nederiger werkkring dan vroeger aangewezen; voor alle zulke gevallen waar sterke vergrootingen van 200 malen en meer gevorderd worden, heeft het opgehouden bij voorkeur dienstig te zijn, maar nog altijd is het een bruikbaar werktuig, waar men met geringere vergrootingen kan volstaan, en, daar het het voordeel bezit van de voorwerpen in hunne ware houding te vertoonen, voor het verrigten van ontledingen onder het mikroskoop veel beter geschikt. Wel is waar kan ook het zamengesteld mikroskoop regtkeerend worden gemaakt, maar uit den aard der zaak is zulk een toestel kostbaarder en kan althans nimmer in draagbaarheid met het eerste wedijveren, hetgeen in het oog van dengenen, die de natuur te midden der natuur zelve wenscht te bestuderen, wel altijd een groot voordeel zal blijven.

396. Het zamengesteld mikroskoop, zoo als hetzelve het eerst uit de handen van Hans en Zacharias Janssen kwam, was geenszins een werktuig, dat blijken droeg van een gering kunstvermogen der vervaardigers. Integendeel ingevolge der door Willem Boreel daarvan nagelaten beschrijving (z. bl. 26 noot), kon het, althans in uiterlijken praal, zeer wel eene vergelijking met latere mikroskopen doorstaan. Zijn anderhalf voet lange en twee duim wijde buis was van verguld koper; het werd onderschraagd door drie dolphijnen van hetzelfde metaal, rustende op een ebbenhouten voetstuk, hetwelk tevens diende tot berging van verschillende kleine werktuigen en der tot beschouwing bestemde voorwerpen.

Omtrent dit mikroskoop zijn vele schrijvers in eene zonderlinge dwaling (1) vervallen. Men beschrijft het namelijk doorgaans als eene lengte van zes voet gehad te hebben, en sommigen waren daarom van oordeel, dat het

(1) Het schijnt dat deze dwaling het eerst begaan is door Priestley, l. c. p. 77, en van dezen is overgenomen door Adams, *Essays on the microscope*, p. 3, verders door den schrijver van het artikel *Microscope* in de *Encyclopaedia Brittannica*, door Chevalier l. c. p. 3, in de *Encyclopaedie* van Krünitz, T. 90. p. 243, door Quekett *Practical Treatise* p. 4, enzv.

geen eigenlijk mikroskoop was, maar veeleer een werktuig, dat het midden hield tusschen een mikroskoop en een teleskoop, gelijk later zulke werktuigen vervaardigd werden onder den naam van polydynamische mikroskopen.

Deze dwaling is blijkbaar alleen ontstaan door de verkeerde vertaling der woorden van Boreel: »*ad sesquipedem longo*" (1), en wij moeten ons dus het Middelburgsche mikroskoop voorstellen, als in uiterlijk aanzien niet zeer verschillende van die, welke eenige jaren later vervaardigd zijn. Wat deszelfs optische zamenstelling aanbelangt, zoo kan men, daar Boreel hierover zwijgt, niets met eenige zekerheid daaromtrent zeggen. Het waarschijnlijkst is echter wel, dat het twee convexe lenzen had, een voorwerpglas en een oogglas (2). Middelen tot verlichting der voorwerpen schijnen geheel ontbroken te hebben. Wat deszelfs vergrootend vermogen aanbelangt, zoo zegt Boreel: »dat zij er de kleine voorwerpen verwonderlijk vergroot (*ad miraculum fere maxima*) door zagen", en schoon wij op deze woorden niet te veel gewigt willen leggen, zoo mag men toch daaruit afleiden, dat het mikroskoop van Hans en Zacharias Janssen op dit punt niet veel onderdeed voor de mikros-

(1) Deze dwaling was daarom welligt te gemakkelijker, omdat Boreel even te voren zegt: » *nec erat*, — *ut nunc talia monstrantur*, — *curto tubo.*" Hier bedoelt hij echter klaarblijkelijk de *microscopia pulicaria*, die toen zeer in gebruik waren.

(2) Wilde, l. c. p. 151 meent dat het waarschijnlijk is, dat dit mikroskoop uit eene holle en eene bolle lens zoude bestaan hebben, op grond dat dit ook de inrigting der eerste verrekijkers was. Daar echter het mikroskoop vroeger dan de verrekijker is vervaardigd, zoo kan deze grond niet als voldoende worden aangemerkt, en daar in de iets later gedurende de 17de eeuw vervaardigde mikroskopen (met uitzondering van dat van Fontana) alleen bolle glazen gebruikt zijn, zoo is het waarschijnlijker om aan te nemen, dat dit reeds in het middelburgsche het geval was.

kopen, die eene halve eeuw later vervaardigd werden, en welke Boreel, blijkens den inhoud van zijnen brief, zeer wel kende.

Dat Drebbel, die dit mikroskoop ten geschenke ontvangen had, korten tijd later ook mikroskopen vervaardigd heeft, hebben wij reeds vroeger aangetoond (bl. 27). Of deze echter wezenlijk van die des eersten vervaardigers verschilden, hieromtrent weten wij niets. Het mikroskoop door Fontana vervaardigd, en waarvan hij in 1646 de beschrijving gaf (1), bevatte twee bolle lenzen, met eene daartusschen geplaatste holle lens. Het schijnt niet veel meer dan twee of drie duimen lang te zijn geweest. Omtrent deszelfs overige inrigting vind ik niets vermeld, even min als iets betreffende de optische zamenstelling van het mikroskoop, dat Galilaeus zoude vervaardigd hebben (2).

397. Het oudste zamengesteld mikroskoop, waarvan eene afbeelding bestaat, is dat van Robert Hooke, in zijne *Micrographia* in 1665 uitgekomen (zie Pl. III. fig. 9). Het was drie E. duimen in doormeter en zeven lang, en bestond uit vier buizen, welke konden worden uitgetrokken om het mikroskoop langer te maken; het had drie glazen, namelijk een klein voorwerpglas, een middelglas en een oogglas. Hooke bezigde al de glazen, wanneer hij een groot gezigtsveld verlangde, maar hij liet het middelste weg, indien hij de voorwerpen met bijzondere naauwkeurigheid wilde waarnemen.

---

(1) Verg. bl. 24. Ik ken de beschrijving van dit mikroskoop niet uit het werk van Fontana zelven, maar alleen uit het korte uittreksel, dat Borellus daarvan geeft, l. c. lib. II. p. 21.

(2) Verg. bl. 28.

Het naauwere benedenste gedeelte der mikroskoopbuis *d*, waaraan zich de objectieflens bevond, was van eenen schroefdraad voorzien, waardoor het mikroskoop nader bij of verder van het voorwerp kon worden gebragt, terwijl het met den stam *ab* verbonden was door eene scharniergeleding bij *o*, waardoor aan de buis verschillende hellingen konden gegeven worden. Eene soort van beweegbare slede *pq* was aan haar eene uiteinde *p* voorzien van eene ronde voorwerpplaat, waarop het stijltje *r* stond, dat hol was en eene pen bevatte, die hooger en lager kon gesteld worden, en diende om er voorwerpen op te bevestigen.

Dit mikroskoop was bepaaldelijk ingerigt voor de beschouwing van de voorwerpen bij opvallend licht, waarbij Hooke gebruikt maakte van den mede in de figuur afgebeelden verlichtingstoestel, bestaande uit eene lamp *m*, eenen met water gevulden glazen bol *n* en eene biconvexe lens *t*, waardoor het licht op het voorwerp werd geconcentreerd.

398. Omstreeks denzelfden tijd was het, dat Eustachio Divini te Rome zich zeer beroemd maakte door het vervaardigen van mikroskopen, welke eenigzins van de vroegere afweken. In 1668 werd daarvan een verslag gegeven aan de Royal Society te Londen (1). In het mikroskoop van Divini bevonden zich, behalve de objectieflens, twee plano-convexe oogglazen, zoodanig geplaatst, dat zij elkander in het midden hunner bolle oppervlakte raakten. Deze oogglazen wa-

(1) *Philosoph. transact.* 1668. No. 42. Dit verslag is overgenomen uit het Italiaansche tijdschrift, *Giornale de Letterati*. Eene meer omstandige beschrijving is te vinden bij Honoratius Fabri *Synopsis Optica*, Prop. 46, doch dezen heb ik niet kunnen naslaan.

ren ongeveer zoo breed als de handpalm eens mans, en de buis, waarin zij besloten waren, was zoo dik als eene mans dij (1). Het was omstreeks $16\frac{1}{2}$ duim lang; de verschillende vergrootingen werden verkregen door uittrekking tot vier onderscheiden lengten. De geringste vergrooting was van 41, de sterkste van 143 maal in middellijn. De doormeter van het veld, gemeten op de voorwerpplaat, bedroeg 8 duim en 7 lijn, wanneer het mikroskoop geheel ingeschoven was, en iets meer dan 16 duim, indien al de buizen waren uitgetrokken. Het onderscheidde zich bijzonder daardoor, dat het de voorwerpen niet verbogen maar plat vertoonde.

Tijd- en landgenooten van Eustachio Divini waren Campani te Bologna en Salvetti. Beiden, maar inzonderheid de laatste, zouden uitgemunt hebben in de vervaardiging van mikroskopen, doch van de werktuigen van geen hunner zijn mij beschrijvingen noch afbeeldingen bekend. Welligt echter was het een mikroskoop van Salvetti, hetwelk bedoeld wordt in eenen in 1663 door Kinner aan Schott (2) geschreven brief, waarin de eerste verhaalt: dat hij aan Kircher gevraagd had hem een mikroskoop van Eustachio Divini toe te zenden, waarop echter Kircher er hem een had gezonden, hetwelk niet door Divini, maar door een ander jong mensch te Rome vervaardigd was, wiens werktuigen slechts de helft in prijs en van gelijke zoo niet betere hoedanigheid waren dan die van Divini. Kinner roemt dit mikroskoop zeer, en zegt er van, dat het

(1) Deze laatste bijzonderheden worden niet vermeld in het bovengenoemde verslag in de *Philos. transact.*, maar ik ontleen hen aan Priestley, l. c. p. 218, die dezelve op gezag van Birch's *History*, Vol. 4. p. 313 mededeelt.

(2) P. G. Schottii, *Technica curiosa*, Herbipol. 1687 p. 857.

80 maal in doormeter vergroot, er bijvoegende: » *quod certe insigne augmentum est.*"

599. Ons zoo veel mogelijk aan de tijdsorde houdende, moeten wij nu gewagen van eene poging tot verbetering van het zamengesteld mikroskoop, welke, hoewel ten slotte gebleken zijnde vruchteloos te wezen, desniettemin eene opzettelijke vermelding vordert.

Van het beginsel uitgaande, dat men met twee oogen beter ziet, dan met een, had men reeds vroeg beproefd, om de verrekijkers zoodanig in te rigten, dat men te gelijker tijd met beide oogen zag. Lippershey, een der uitvinders van den verrekijker, had reeds in 1609 zulk eenen *binoculus* vervaardigd (1), en in 1645 beschreef de capucyner monnik Antonius Maria de Reita (2) eenen dergelijken. In 1678 leerde pater Cherubinus (van dezelfde orde) hetzelfde beginsel op het mikroskoop toepassen (3). Hij gaf eene zeer breedvoerige beschrijving zijner inrigting vergezeld van vele afbeeldingen. Zijn werktuig bestond uit twee kegelvormige toeloopende buizen (z. Pl. III. fig. 10 *A* en *B*), die naast elkander door omgevende beugels vereenigd en in eenen vierhoekigen koker besloten waren. Aan de onderste helft is een gedeelte der beide buizen weggenomen, zoodat zij daar eene enkele holte vormen. Iedere buis

(1) Moll en van Swinden, l. c. p. 47.

(2) In een allerzonderlingst boek getiteld, *Oculus Enoch et Eliae, sive Radius Sydereomysticus.* etc. Antwerpiae 1645. p. 340 et seq. Het ontbreekt het boek niet aan opdragten. De eerste is: *Deo optimo maximo*, de tweede: *Augustissimo invictissimoque Caesari Ferdinando III;* die van het tweede deel luidt: *Magnae Matri Mariae.*

(3) *De visione perfecta, sive de amborum visionis axium concursu in eodem objecti puncto*, Parisiis, 1678. p. 77—100.

bevatte drie biconvexe glazen, welke paarsgewijze onderling geheel, zoo in doormeter als in brandpuntsafstand, overeenkwamen. Het voorwerpglas en het oogglas hadden beide denzelfden brandpuntsafstand, namelijk van één duim. Het middelglas had eenen brandpuntsafstand van $\frac{1}{4}$ voet. De beide voorwerpglazen waren aan den kant indiervoege afgeslepen, dat zij, de afgeslepen kanten tegen elkander aanliggende, tot een geheel vereenigd waren. Cherubinus geeft van de uitwerking van dit werktuig zeer hoog op, en stelt het zelfs ver boven het mikroskoop van Divini, hetgeen, gelijk wij zagen, toen bijzonder beroemd was. Dat echter zijne tijdgenooten er niet zoo gunstig over oordeelden, kan men lezen bij Bonannus (1), en inderdaad moet het uit den aard van het werktuig altijd eene vergeefsche poging blijven, om binoculaire mikroskopen zoodanig te vervaardigen, dat zij de monoculaire evenaren, veel minder deze overtreffen (2).

Ook anderen hielden zich met het zamenstellen van bi-

---

(1) L. c. p. 15.

(2) Kastner in zijne *Geschichte der Mathematik.* IV. p. 83, vermeldt een volgens het voorschrift van Cherubin vervaardigd binoculair mikroskoop," waarvan de maker mede een capucijner monnik, Anian genaamd, was. Hetzelve draagt het jaartal 1711, en wordt bewaard in de verzameling der Gottingsche hoogeschool. Kastner zegt van dit werktuig en van twee binoculaire verrekijkers van denzelfden maker mede te Gottingen bewaard: » Mir ist bei den Proben welche ich mit diesen Werkzeugen gemacht habe nicht vorgekommen, dass der Vortheil, den sie geben, so viel werth sey, als nur die Mühe, die man hat, das so zusammengesetzte Werkzeug zum Gebrauche vorzurichten."

Dat het mikroskoop van Cherubinus zelven zeer gebrekkig was wordt ook nog bewezen door hetgeen hij zelf zegt in de voorrede tot zijn bovengenoemd werk. Daar maakt hij namelijk gewag van het mikroskoop van Divini, waarvan verhaald werd, dat men er een diertje door zien kon veel kleiner dan een zandkorrel, hetwelk met schubben bedekt was, en zes pooten had. Deze waarneming komt Cherubinus zoo overdreven en ongelooflijk voor, dat hij er in het breede de onmogelijkheid van betoogt.

noculaire mikroskopen bezig. Een derzelve is vermeld in Bion *Mathematische Werkschule*, 3^te^ *Aufl. von* J. G. Doppelmayer *vermehrt*, Nurnberg 1726. Een ander in de 2^de^ uitgave van het werk van Zahn (1). In de uitwendige inrigting verschillen zij onderling daarin, dat dan eens de beide mikroskopen in eene schuinsche rigting elk afzonderlijk naast elkander (z. Pl. III. fig. 11), dan weder te zamen in eenen koker geplaatst waren, welke laatste of in eene vertikale, of, gelijk dat van Cherubin, in eene schuinsche horizontale rigting tusschen twee stijlen was opgehangen.

400. Doch, alhoewel de zoo even vermelde pogingen als geheel mislukt moeten beschouwd worden, zoo ontbrak het echter in dien tijd ook niet aan andere, welke een gelukkiger gevolg beloofden. Wij hebben reeds gezien, dat de hoofdverandering door Divini bij de inrigting van zijn mikroskoop gemaakt bestond in de vereeniging van twee plano-convexe lenzen tot een oculair, ten einde op die wijze datgene te verkrijgen, hetgeen men noemt een plat gezigtsveld, dat is zulk een, waarin zich de deelen van het voorwerp aan den rand van het veld met gelijke duidelijkheid vertoonen als in deszelfs midden. Gelijke bedoeling ligt blijkbaar ook bij de inrigting van andere tot dit tijdperk behoorende mikroskopen ten grondslag. Maar inzonderheid verdient het opmerking, dat men reeds toen ten tijde doubletten als objectieven heeft aangewend, omdat men opgemerkt had, dat deze bij gelijke vergrooting minder sphaerische aberratie veroorzaakten, en

(1) Zie *Vollst. Lehrgeb.* p. 419 et seq. In de eerste duitsche uitgave van Bion, *Mathem. Werksch.*, welke ik alleen heb kunnen raadplegen, worden geen binoculaire mikroskopen vermeld.

de opening derhalve grooter kon gemaakt worden, zoodat er meerder licht werd toegelaten.

In 1672 vereenigde Sturm (1) eene plano-convexe lens met eene biconvexe, om te zamen als objectief te dienen, desgelijks twee biconvexe lenzen van ongelijke krommingen, en roemde zeer niet alleen de sterker aldus verkregen vergrooting, maar ook de meerdere scherpte van het beeld. Ook Zahn (2) vermeldt een door hem zelven vervaardigd mikroskoop, hetwelk uit vier lenzen, alle van korten brandpuntsafstand, bestond, zoodat de geheele buis die hen bevatte nog geen duim lang was; de beide onderste lenzen, die als objectief dienden, waren eene biconvexe en eene plano-convexe lens, met hunne oppervlakten tegen elkander aan geplaatst. Zoo bestond ook in het mikroskoop van Conradi (3) het objectief uit twee lenzen. Met gelijk doel werd door Joannes Franciscus Grindl von Ach, in 1685 (4) een mikroskoop vervaardigd, waarin het beginsel van Divini op al de lenzen werd uitgebreid. In het geheel bevatte dit werktuig (Pl. III. fig. 12 *A* en *B*) zes plano-convexe glazen, welke paarsgewijze vereenigd zijn met de bolle oppervlakten naar elkander toegekeerd. Boven het oculair is nog een geheel plat glas geplaatst. Hét lijdt geen twijfel, of deze inrigting overtrof zoowel die der vroegere als die der meer dan eene eeuw lang na Grindl vervaardigde mikroskopen, en het zoude kunnen verwonderen, dat zij

---

(1) Sturm, *Collegium experimentale sive curiosum*, Noremb. 1676. I. p. 142.

(2) L. c. ed. 2a. p. 743. *Vollst. Lehrgeb.* p. 113.

(3) Conradi, *Dreifacher Sehestrahl.* Coburg. 1710. p. 113.

(4) Zie Zahn, l. c. p. 234. De *Micrographia curiosa*, waarin Grindl zijn mikroskoop beschreef en afbeeldde, verscheen in 1687.

niet meer algemeen is ingevoerd, indien men niet wist dat het geenszins gemakkelijk is de lenzen zoodanig te vereenigen, dat hunne assen volkomen in eene regte lijn liggen, iets dat volstrekt noodzakelijk is, om het beeld helder en scherp te doen zijn. Grindl zelf wist dit, en heeft hieromtrent ook eenige voorschriften gegeven.

Ook vervaardigde men reeds toen, doch naar het schijnt bij uitzondering, zamengestelde mikroskopen, waarbij verscheidene objectieflenzen van verschillenden brandpuntsafstand waren gevoegd, ten einde, door verwisseling van dezen, de vergrooting te veranderen. In het reeds aangehaalde werk van Sturm, dat in 1672 geschreven is, wordt met grooten lof gewag gemaakt van een engelsch mikroskoop, waarvan de maker echter niet genoemd wordt, maar waarbij vier losse objectieflenzen behoorden, twee plano-convexe en twee biconvexe, die beurtelings in de voor de objectieflens bestemde holte onder aan de mikroskoopbuis konden gelegd worden.

In hetzelfde jaar als het werk van Grindl verscheen de eerste uitgave van het reeds meer vermelde werk van Zahn, waarin men verscheidene zamengestelde mikroskopen vindt afgebeeld (1), en naauwkeurig de afmetingen, brandpuntsafstanden en onderlinge afstanden hunner lenzen opgegeven, waarbij hij inzonderheid de *Dioptrica* van Dechales geraadpleegd heeft, en zoowel een mikroskoop van dezen met vier lenzen, als een van Monconny met drie lenzen beschreven heeft. Vooral merkwaardig zijn de theoretische grondbeginselen en praktische regelen voor de

(1) *Fundam.* III. p. 93. In de latere uitgave van 1702, is het getal der beschreven mikroskopen nog vermeerderd.

vervaardiging van zamengestelde mikroskopen, welke in dit werk van Zahn worden aangetroffen, en van welke de meeste tot op onzen tijd zijn bruikbaar gebleven (1). Een der zamengestelde mikroskopen, waarvan hij de afbeelding heeft gegeven, doch zonder den maker te noemen, is voorgesteld in Pl. III. fig. 13.

401. Het is hier ook de plaats om kortelijk te gewagen van de in dezen tijd en zelfs vroeger aangewende pogingen, om lenzen te slijpen met parabolische en hyperbolische oppervlakten, ten einde de sphaerische aberratie weg te nemen, welke volgens de toenmalige begrippen de eenige hinderpaal was, die belette om de dioptrische werktuigen tot den hoogsten graad van volkomenheid te brengen, daar eerst later Newton heeft doen inzien dat de chromatische aberratie, welke in geenen deele van den vorm der lens afhangt, veel schadelijker is voor de scherpte der daardoor gevormde beelden, dan de andere soort van aberratie.

Dat men reeds zeer vroeg overtuigd was van de meerdere deugdelijkheid van parabolische lenzen, waar het er op aankomt paralelle stralen in een punt te vereenigen, kunnen wij bij Porta (2) lezen, die in 1607 schreef: » *Parabolum crystallinum omnium vehementissime ignem accendere videbimus; omnibus enim radiis coincidentibus valentius speculo accendit.*" Waarschijnlijk echter grondde zich dit gezegde meer op bespiegeling, dan wel op eene door praktische uitvoering steunende ondervinding.

Onder hen, die zich later op het slijpen van lenzen,

(1) *Fundam.* II. p. 168, 176, 267; *Fundam.* III. p. 25 seq.
(2) *Magia naturalis.* 1607. p. 614.

hetzij voor verrekijkers, hetzij voor mikroskopen toelegden, treffen wij er echter verscheidene aan, die de vervaardiging van lenzen met parabolische en hyperbolische krommingen beproefden, zoo als Rheita, Hevelius, Maignan, Wren, Descartes, en zelfs bedachten zij verschillende min of meer zamengestelde werktuigen, om aan de glazen zulk eenen vorm te geven (1), maar het blijkt niet dat een derzelve immer aan het voorgestelde doel beantwoord hebbe (2).

402. Beter slaagden Gregory (3) en later Christiaan Huygens, in het bepalen der wetten voor de sphaerische aberratie. De laatste inzonderheid pastte de door hem gevonden theoretische grondbeginselen toe op de vervaardiging der zamengestelde mikroskopen (4). Hij toonde aan hoe de hoek van afwijking kan berekend worden, ten einde daaruit af te leiden tot hoe ver de opening der voorwerplens behoort vernaauwd te worden, om een zooveel mogelijk zuiver beeld te erlangen. Ook bewees hij dat van twee mi-

(1) De beschrijving van het werktuig en de handelwijze van Descartes vindt men in de uitgave zijner werken door Victor Cousin, T. V. p. 137. Een werktuig van Rheita om hyperbolische lenzen te slijpen is beschreven en afgebeeld in *Oculus Enoch et Eliae*, p. 340; een dergelijk van Maignan aan het slot zijner *Perspectiva horaria*; een ander van Wren in de *Philos. transact.* N°. 48 en 53.

(2) Bij Zahn, l. c. *Fund.* III. p. 77, vindt men het verhaal opgeteekend betreffende eenen verrekijker, welke in het bezit van den koning van Frankrijk was, die daarvoor duizend dukaten aan den maker had betaald. Deze verrekijker zoude voorzien zijn geweest van hyperbolische lenzen, en schoon dezelve niet meer dan twee voet lang was, zoude men daardoor Saturnus met zijnen ring (of, zoo als hier staat, met zijne hengsels, *ansulis*) ter grootte van een span hebben kunnen zien, terwijl ook de overige sterren zich ongelooflijk groot vertoonden. Dit laatste bijvoegsel is reeds voldoende, om het geheele verhaal voor eene fabel te doen houden.

(3) *Optica promota*, London, 1663.

(4) *Dioptrica*, p. 181 et seq.

kroskopen, welke een gelijk vergrootend vermogen hebben, en een oogglas van gelijken brandpuntsafstand, maar waarbij in het eene het voorwerpglas eenen korteren brandpuntsafstand heeft, en digter bij het oogglas is geplaatst, dan in het andere mikroskoop, in het eerste de beelden zich scherper en duidelijker moeten vertoonen, waaruit de regel voortvloeit, dat men, om de voorwerpen goed en scherp waar te nemen, de vergrooting minder moet zoeken in eene verlenging van den afstand tusschen de beide glazen, dan in het gebruik maken van voorwerplenzen van korteren brandpuntsafstand, een regel, die later hoe langer hoe meer in toepassing is gebragt, en aan welker in acht neming veel van de verdere verbetering der zamengestelde mikroskopen moet worden toegeschreven.

403. Men ziet derhalve, dat men reeds toen velerlei veranderingen en verbeteringen in het optisch gedeelte van het zamengesteld mikroskoop had pogen aan te brengen (1), en dat de wetenschap met de ervaring hand aan hand ging, om dit werktuig nog verder te volmaken.

Wat de werktuiglijke inrigting betreft, zoo lieten de toenmalige mikroskopen veel te wenschen over. De toenadering

(1) Wie het eerst het middelglas of de collectieflens in het zamengesteld mikroskoop heeft ingevoerd, is mij duister gebleven. Hevelius vermeldt in zijne in 1647 versehenen *Selenographia* slechts twee soorten van mikroskopen, die ten zijnen tijde bestonden, namelijk die met ééne lens (*vitra musearia*) en zamengestelde mikroskopen met twee lenzen. Weinige jaren later echter treffen wij het tusschenglas aan in dat van Hooke, gelijk boven is aangevoerd. Martin (*System. of optics.* 1740. p. 42) schrijft deszelfs invoering derhalve ten onregte aan Huijgens toe, die, wel is waar, het oculair van den verrekijker aanmerkelijk heeft verbeterd, door de invoering en juiste plaatsing van een tweede oogglas, maar in zijne *Dioptrica* nergens over een mikroskoop handelt, dat uit meer dan twee lenzen bestaat.

tot het voorwerp geschiedde, hetzij door eene schroef aan het ondereinde der buis, waarin de lenzen bevat waren, hetzij door eene schroef, die het voorwerp deed bewegen, terwijl de buis vast stond. Aan de eerste wijze van beweging gaf men echter vrij algemeen de voorkeur. Zij werd gevonden aan de mikroskopen van Hooke, Grindl en vele anderen. Van de laatste inrigting vindt men bij Zahn eene afbeelding. Overigens waren sommige der toenmalige mikroskopen, zoo als b. v. dat van Hooke, zoodanig ingerigt, dat de geheele buis ook eene andere dan de loodregte stelling konde aannemen.

De verlichting der voorwerpen was algemeen zeer gebrekkig. Doorvallend licht schijnt men in den aanvang niet gebruikt te hebben, maar het licht werd boven op het voorwerp, dat men onderzocht, geconcentreerd. Hooke (1), van wiens verlichtingstoestel (z. Pl. III. fig. 9) wij reeds kortelijk gewag maakten, beschrijft zijne handelwijze aldus. Hij deed zijne onderzoekingen in eene kamer, welke slechts één venster had, dat op het zuiden uitzag, voor hetwelk hij op eenen afstand van drie of vier voeten zijn mikroskoop stelde, en het licht op het voorwerp liet vallen, door middel van eenen met water gevulden glazen bol *n* en eene dikke plano-convexe lens *t*. Indien de zon scheen, plaatste hij voor het voorwerp een geolied papier of een mat geslepen glas, waarop hij de zonnestralen door middel van een brandglas liet vallen. Des avonds bezigde hij eene lamp *m* en den reeds genoemden glazen bol met de plano-convexe lens, terwijl hij aan den kant tegenover de lamp eenen hollen metalen spiegel plaatste, om een gedeelte der stralen weder terug te kaatsen. Later

(1) Zie de voorrede tot zijne *Micrographia*.

is het gebruik eener enkele biconvexe lens tot verlichting der voorwerpen meer algemeen geworden (1).

Een noodzakelijk gevolg van deze beschouwing der voorwerpen alleen bij opvallend licht was, dat men in de aanwending van sterker vergrootende objectieflenzen weldra stuitte op eene grens, die niet kon worden overschreden, zonder dat het licht, hetwelk van de voorwerpen werd teruggekaatst, in weerwil van alle aangewende middelen om hetzelve te versterken, te zwak werd om de voorwerpen en hunne deelen nog behoorlijk te kunnen onderscheiden. Ook bezaten de lenzen, die als objectief door de toenmalige vervaardigers van zamengestelde mikroskopen gebezigd werden, gewoonlijk eenen vrij grooten brandpuntsafstand, van $\frac{1}{2}$—1 duim, zoodat zij gevolglijk een slechts weinig vergroot beeld vormden. Bovendien komen er dikwerf gevallen voor, — en wij weten thans dat zij verreweg de talrijkste zijn, — waarin het maaksel der voorwerpen veel beter bij door- dan bij opvallend licht wordt waargenomen. Reeds in dien tijd ontbrak de gelegenheid niet tot het doen dezer opmerking, want de enkelvoudige mikroskopen waren, gelijk wij vroeger zagen, alle juist zoo ingerigt, dat de voorwerpen inzonderheid bij doorvallend licht beschouwd werden.

Het was daarom, — al schijnt ons nu de zaak hoogst eenvoudig toe, — toch eene zeer gewigtige verbetering, toen ook het zamengesteld mikroskoop zoodanig werd ingerigt, dat het voor waarnemingen met doorvallend licht geschikt werd gemaakt. Deze verbetering werd het eerst ingevoerd in 1685 door Carolus Antonius Tortona (2). Het door hem

(1) Hartsoeker, l. c. p. 169.

(2) Zie de beschrijving van zijn mikroskoop door Ambrosius Langenmantell, in *Miscellanea curiosa*, etc. Decuriae II. Ann. 7^us^ 1688. p.

vervaardigde mikroskoop is afgebeeld in Pl. IV. fig. 1. De mikroskoopbuis, waarin zich bij *a* het oogglas, bij *b* het collectiefglas, en bij *c* het objectief, allen biconvex, bevonden, was van onderen van eenen schroefdraad voorzien, waardoor zij in den ring *d* op en neder kon geschroefd worden. Deze ring was door drie kleine kleine stijltjes verbonden met eenen tweeden ring *e*, van onderen naauwer en aldaar twee ronde glazen schijfjes bevattende, waartusschen het voorwerp besloten werd. Bij het gebruik werd de buis in de hand gehouden en naar het licht gekeerd.

Van dit werktuig werd met grooten lof eene beschrijving gegeven door Langenmantell, die voorsloeg het biconvexe collectiefglas te vervangen door twee plano-convexe lenzen met de bolle zijden tegen elkander gekeerd, en tevens zeer juist aanmerkte, dat men nu voortaan objectieflenzen van sterkere kromming kon aanwenden.

Ook vond Tortona spoedig navolgers, en wel in de eerste plaats bij zijne landslieden Joseph Campana en Marcus Antonius Celi, wier werktuigen echter van dat van Tortona slechts daarin verschilden, dat zij gedeeltelijk van koper vervaardigd waren, en er eene gemakkelijker inrigting was aangebragt voor de daarin te plaatsen voorwerpen.

Veel gewigtiger waren de verbeteringen in den werktuigelijken toestel door Philippus Bonannus gemaakt. Deze heeft in zijne *Micrographia curiosa* (1691) de beschrijving gegeven van drie mikroskopen, welke zich in meer dan één opzigt voordeelig van de vroegere onderscheiden. Bij één derzelve was onder in het voetstuk van het mikros-

---

412. Volgens Bonannus (*Microgr. cur.* p. 19) was Tortona » *Summi Pontificis* (Alexander VIII) *extra muros camerarius.*"

koop eene opening aangebragt, op eene dergelijke wijze als reeds Tortona gedaan had, en tevens twee plaatjes, die met eene spiraalveer zamengeperst werden, om het voorwerp tusschen te bevestigen, zoodat men het mikroskoop in eene horizontale rigting tegen het licht kon houden.

Nog doelmatiger ingerigt was een ander horizontaal geplaatst mikroskoop van denzelfden, hetwelk in Pl. IV. fig. 2 is afgebeeld, en het eerste voorbeeld oplevert van een rondselwerk ter verandering van den afstand tusschen de voorwerpen en het objectief.

AB is een houten plankje, waarop de gedraaide zuil *a* vastgeschroefd was. Hierop bevestigd was het platte stuk *bc*, hetwelk aan zijn uiteinde de vork *d* droeg ter ondersteuning der los daarop rustende mikroskoopbuis *e*, en in het midden de loodregt staande stukken *f* en *g*. Het laatste was hol, en bevatte een getand rad, dat met het handvatsel *h* werd rondgedraaid, en waarvan de tanden grepen in die der zaag *i*, waardoor het stuk *k* werd in beweging gebragt, waarin het stijltje *l* was vastgeklemd, hetwelk den ring *m* droeg. In dezen ring was eene moerschroef gesneden waarin de schroef paste, waarvan het uiteinde der mikroskoopbuis voorzien was. Bij *n* waren twee vertikale platen, bestemd om er de houten schuifjes tusschen te plaatsen, waarin de voorwerpen bevat waren. Dit mikroskoop was grootendeels van koper vervaardigd, iets hetgeen tot daartoe weinig gebruikelijk was, daar men meerendeels de buizen uit papier of karton, en het overige uit hout daarstelde.

Bonannus verrigtte zijne waarnemingen zoowel bij dag- als bij kunstlicht. Hij gaf echter aan het laatste de voorkeur, en de toestel, waarvan hij zich bij zijn mikroskoop bediende, is daarnevens afgebeeld. Deze bestond uit eene lamp *o*

en eene buis *pq* met twee biconvexe lenzen. Deze buis rustte op de stijl *r*, en kon door middel der schuif *s* naar willekeur nader of verder van de vlam gebragt worden.

Door dit mikroskoop van Bonannus, hoe gebrekkig het ook wezen mogt, indien wij het vergelijken met onze hedendaagsche, was echter eene niet onbelangrijke schrede voorwaarts gedaan in de werktuiglijke inrigting (1). Wat de optische zamenstelling betreft, zoo gebruikte hij eigenlijk drie onderscheidene mikroskoopbuizen, elk van drie biconvexe lenzen voorzien, maar van ongelijke vergrooting. Ieder dier mikroskoopbuizen kon op hare beurt in den ring *m* geschroefd worden, al naar gelang men eene sterkere of geringere vergrooting verlangde. Ook dit was eene verbetering; tot daartoe namelijk had men de verschillende vergrootingen gewoonlijk verkregen door verlenging der buis, en gevolglijk van den afstand tusschen het objectief en het oculair, een zeer gebrekkig middel, waardoor wel de vergrooting sterker wordt, doch de omtrekken der beelden veel in scherpte verliezen. Bonannus gaf daarom teregt de voorkeur aan sterkere objectieflenzen, schoon hij nog niet op het denkbeeld was gekomen, om alleen deze te verwisselen ter verandering der vergrooting, iets dat echter, gelijk wij zagen (bl. 128) werkelijk reeds vroeger door anderen gedaan was.

Inderdaad schijnen de mikroskopen van Bonannus zeer goed geweest te zijn, te oordeelen naar de vaak zeer juiste afbeeldingen, die hij van een groot aantal voorwerpen geeft. Zoo b. v. zijn op die van de schubben der vleugels van verschillende vlinders niet zelden de overlangs loopende streepjes duidelijk uitgedrukt. Ook overtrof zijn mikroskoop blijkbaar

(1) Ook anderen gaven aan het zamengesteld mikroskoop eene horizontale stelling. In het *Vollst. Lehrgeb.* p. 412 en 413, vindt men, onder den

de vroegere in vergrootend vermogen, hetgeen, indien men sommige zijner afbeeldingen tot maatstaf neemt, minstens 200—250 maal moet bedragen hebben.

Kunstiger, wat de uitwendige sieraden aanbelangt, doch overigens minder doelmatig ingerigt, waren de mikroskopen van Joblot, waarvan verschillende soorten door hem in zijn reeds aangehaald werk in 1718 beschreven zijn.

Zijn zamengesteld mikroskoop is in doorsnede afgebeeld in Pl. IV. fig. 3, welke ook zonder uitvoerige beschrijving duidelijk genoeg is. Het verdient alleen daarom eenige opmerking, omdat het eene toenadering vertoont tot de later algemeen in gebruik gekomen stammikroskopen. Overigens was het geschikt om de voorwerpen zoowel bij op- als bij doorvallend licht te beschouwen; voor het laatste was bij *a* eene opening in den voet, welke naar het licht werd gekeerd. De toenadering tot het voorwerp geschiedde alleen door op- en nederschuiving van het holle stuk *b* langs den stam *cd*.

Ook vindt men bij Joblot het eerst gewag gemaakt van *microscopes universels*, onder welken naam men later doorgaans zulke werktuigen heeft verstaan, die naar welgevallen als enkelvoudig of als zamengesteld mikroskoop kunnen worden gebruikt. Onder de door Joblot beschrevene is dit echter slechts met één het geval, daar de overige niet dan met eene enkele lens konden worden gebruikt, en de geheele inrigting levert niets opmerkenswaardigs op, daar zij alleen daarin bestond, dat in een soortgelijk mikroskoop, als in Pl. I. fig. 13 afgebeeld en vroeger (bl. 62) beschreven is, in

---

naam van Hollandsche mikroskopen, doch zonder vermelding van den naam des makers, er twee zoodanig gestelde beschreven en afgebeeld, waarvan het eene twee, en het andere drie glazen had.

plaats der enkele lens, de zeer korte buis van een zamengesteld mikroskoop werd geschroefd.

Eindelijk heeft Joblot ook nog de beschrijving gegeven van een werktuig, waarin, schoon het niet meer dan vijf lenzen bevatte, drie verschillende mikroskopen en twee verrekijkers vereenigd waren (1).

Omstreeks denzelfden tijd vervaardigde Marshall in Engeland zijn mikroskoop, hetwelk de tot hiertoe vermelde in menig opzigt overtrof. Een vierkante stam (z. Pl. IV. fig. 5 *a*), van onderen van eenen tamelijk grooten bol *b* voorzien, rustte hiermede in eene komvormige holte, zoodat eene bolgeleding ontstond, welke veroorloofde de stam met den daaraan bevestigde mikroskoopbuis *c* te gelijk met de voorwerptafel *d* in alle mogelijke stellingen en dus ook in de horizontale te brengen. De wijde doch korte mikroskoopbuis werd gedragen door den arm *e*, die door middel der schroef *f* hooger en lager kon gesteld worden. De langwerpig vierhoekige voorwerptafel *d* bestond uit een raam, bedekt met eene glazen plaat, en was door de beide armen *g* en *h*, glijdende tusschen twee ronde schijven, met den stam verbonden, in dier voege, dat de armen been en weder geschoven en de geheele voorwerpplaat ronddraaijen kon. Ter verlichting met doorvallend licht werd des daags het mikroskoop naar den hemel gewend, terwijl er des avonds bij vertikale stelling eene kaars *r* werd onder geplaatst, welks licht nog door de lens *s* geconcentreerd werd.

---

(1) Men maakte ten dien tijde veel werk van dergelijke curiositeiten. Bij Zahn, l. c. p. 271, vindt men, onder den naam van *panscopium*, een werktuig beschreven, dat uit niet minder dan tien bijzondere gezigtkundige werktuigen bestond, namelijk twee soorten van camera obscura, een helioskoop, een mikroskoop, een polemoskoop en onderscheidene soorten van teleskopen, met enkel bolle of met holle en bolle glazen.

Men ziet derhalve dat dit mikroskoop van Marshall vele gemakken en voordeelen voor het praktisch gebruik bezat, waardoor het boven de vroegere, zelfs boven dat van Bonannus uitmuntte, vooral ook daardoor, dat de verandering in het vergrootend vermogen hier geschiedde door verwisseling van de objectieflens.

Inderdaad nadert de geheele inrigting van dit mikroskoop, hoewel eenigzins ruwer bewerkt en van een lomp maaksel, toch reeds blijkbaar tot die der latere mikroskoopgestellen. Slechts één hoofdbestanddeel ontbrak nog, namelijk de spiegel, en werkelijk kan het niet nalaten onze verwondering te wekken, dat het oogenschijnlijk zoo eenvoudige denkbeeld, om het gezigtsveld door eenen de lichtstralen terugkaatsenden spiegel te verlichten, eerst zoo laat bij de vervaardigers van mikroskopen is opgekomen; en zulks te meer, daar men overigens ten dien tijde in optische werktuigen van allerlei aard een zeer veelvuldig gebruik van spiegels maakte, en zelfs toen reeds, gelijk nader blijken zal, de voorslag was gedaan om het zonmikroskoop van eenen spiegel te voorzien.

Doch reeds tijdens Joblot in Frankrijk en Marshall in Engeland hunne mikroskopen vervaardigden, had Hertel in Duitschland werkelijk een mikroskoop tot stand gebragt, hetwelk niet alleen van eenen spiegel was voorzien, maar waarvan de geheele werktuigelijke inrigting die van alle vroegere mikroskopen, en zelfs van vele latere overtrof. Hij beschreef hetzelve in 1715 (1).

De buis van dit mikroskoop (z. Pl. IV. fig. 6) kon door middel eener scharnier-beweging bij *m* en eene kromme schroef *n*, in verschillende rigtingen gebragt worden. Op een hoog

(1) Hertel, *Anweisung zum Glasschleifen*, Halle, 1715.

vierkant voetstuk was eene afzonderlijke voorwerptafel op eene ronde zuil geplaatst. Deze voorwerptafel kon door de handvatsels *a b* en *c* in drie verschillende rigtingen bewogen worden, namelijk vooreerst door *a* naar boven en naar beneden, ten einde het voorwerp op den behoorlijken afstand van de lens te brengen, ten tweede door *b* in eene horizontale rigting van en naar het zuiltje of den stam *d*, waaraan het ligchaam van het mikroskoop bevestigd was, en eindelijk ten derde kon zij om hare as worden rondgedraaid door het handvatsel *c*. Het mechanismus voor deze drie bewegingen, uit verscheidene schroeven en raderen bestaande, was in het voetstuk verborgen. Verders was de voorwerpplaat in drie ronde vakken verdeeld, waarvan twee voor ondoorschijnende voorwerpen bestemd waren, waartoe het eene *g* een schijfje ivoor, en het andere *e* een schijfje ebbenhout bevatten. Het derde vakje *f* was ledig en bestemd voor doorschijnende voorwerpen; onder hetzelve was een vlakke spiegel *p* geplaatst, die door omdraaijing der schroef *v*, welke greep in de tanden van een in het zuiltje *r* verborgen rad, in alle stellingen kon worden gebragt, om het licht op te vangen en op het voorwerp terug te kaatsen. Voor de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen diende de holle metalen spiegel *k* en de lens *l*, waartusschen eene lamp *q* opgehangen was.

Wij treffen in dit mikroskoop voor het eerst zeer gewigtige verbeteringen aan, namelijk 1° eene vrije op zich zelve staande voorwerptafel, die door werktuigelijk middelen kan worden rondgedraaid en in eene horizontale rigting bewogen; 2° eenen spiegel ter verlichting van doorschijnende voorwerpen; maar 3° had Hertel zijn mikroskoop ook voorzien van schroef- en netmikrometers, die in *A* en *B* zijn afgebeeld, en waarop wij later zullen terugkomen.

404. Het schijnt echter dat het mikroskoop van Hertel, hoe voortreffelijk ook in meer dan één opzigt, geene zeer algemeene bekendheid heeft erlangd, hetgeen waarschijnlijk aan deszelfs meerdere kostbaarheid uit hoofde der zamengestelde inrigting moet worden toegeschreven. Althans eerst verscheidene jaren later (1) voorzagen Culpeper en Scarlet te Londen hun zamengesteld mikroskoop (z. Pl. IV. fig. 7) mede van eenen spiegel. Nieuw echter is hier de bijvoeging van eenen ebbenhouten kegel *A*, die onder aan de voorwerpplaat kon gebragt worden, ter regeling der verlichting. De inrigting van dit mikroskoop, hetwelk langen tijd zeer algemeen in gebruik is gebleven, was overigens hoogst eenvoudig, gelijk blijkt uit de afbeelding, welke geene bijzondere verklaring behoeft. De verandering in den afstand tusschen het objectief en het voorwerp werd bewerkstelligd door de buis *a*, welke in de wijdere *b* gleed, meerder of minder uit te trekken, of door de schroef om te draaijen, waarmede het busje, dat de objectieflens bevatte, aan het naauwere gedeelte der mikroskoopbuis bij *c* bevestigd was. Deze bewegingsmiddelen waren echter voor eene fijne instel-

(1) Het juiste tijdstip, waarop dit zoogenaamde dubbel terugkaatsend of spiegelmikroskoop in Engeland vervaardigd is, kan ik niet bepalen. De eerste vermelding er van vind ik in de *Opticks* van Smith, II. p. 407, welk werk in 1735 is uitgekomen. In eene prijscourant, te vinden achter de in 1739 verschenen *Beginsels der Natuurkunde door* Petrus van Musschenbroek, van werktuigen door diens broeder Johannes vervaardigd, wordt, behalve van zijne enkelvoudige mikroskopen (z. bl. 48), nog melding gemaakt van: *een stel met negen vergrootglazen, om door één of twee glazen te gelijk te zien*, en bovendien van *een nieuw soort van dubbeld stelsel, zijnde hoogachtig, en onder met een spiegel, waarmede men door drie glazen te gelijk de voorwerpen ziet.* Dit laatste was dus een zamengesteld mikroskoop, voorzien van eenen spiegel ter verlichting. Men heeft dezen derhalve hier te lande aangewend, korten tijd nadat deze verbetering in Engeland was ingevoerd.

ling weinig geschikt, en ook in andere opzigten bleek het gestel van dit mikroskoop minder doelmatig te zijn, hetgeen de oorzaak was, dat Cuff, naar aanleiding van de door Baker (1) gegeven wenken, eene andere inrigting invoerde, welke ten grondslag heeft gestrekt van het meerendeel der gestellen van alle later vervaardigde mikroskopen, ook van vele der thans nog gebruikelijke. Wij willen het daarom eenigzins nader beschouwen.

De buis van dit mikroskoop (Pl. IV. fig. 8) hangt onbeweeglijk in den ring *a*, die zich aan het einde bevindt van den arm *b*, welke op den top rust van de stijl *c*. Eene koperen vierkante buis *d*, vastgeschroefd op het kistje *e*, draagt het geheele werktuig, door middel van de platte vierkante staaf *f*, welke onbeweeglijk daarin vast staat. De kortere staaf *c*, die den arm *b* met de mikroskoopbuis draagt, is daarentegen beweeglijk, en glijdt langs de breede platte zijde van den stam *f*, en daalt benedenwaarts in de buis *d*. De vierkante band *h* verbindt de staaf *c* met den stam *f*, doch kan door de klemschroef *i* vastgezet worden. Deze inrigting is bestemd voor de grovere instelling; de staaf *c* namelijk

(1) *Employment for the microscope*, London, 1753. Hollandsche vertaling 1756. p. 437. Ik moet hier echter doen opmerken, dat de onbekende schrijver van het meergenoemde *Vollständiges Lehrgebaüde der ganzen Optik*, p. 433, op gezag van Meijen, *Kurze Unterricht von der Beschaffenheit und dem Gobrauch der Vergrösserungsgläser* 1747, de uitvinding van dit gestel toekent aan George Sterrop, die het naar de aanwijzing van Meijen zoude vervaardigd hebben, en waarvan het Cuffsche mikroskoop zich slechts door eenige weinige niet noemenswaardige bijzonderheden zoude onderscheiden. Daar ik het werkje van Meijen niet heb kunnen naslaan, zoo kan ik de waarheid hiervan noch ontkennen noch bevestigen. Hoe het zij, zeker is het, dat het bedoelde mikroskoop later algemeen naar Cuff genoemd is, waartoe de groote verspreiding van het werk van Baker, dat in verscheidene talen vertaald is, veel zal hebben bijgedragen.

wordt naar boven geschoven, totdat de bovenrand van den band *h* gelijk is met een der insnijdingen (4, 5, 6 enzv.), die op den stam gemaakt zijn, en die ongeveer beantwoorden aan den brandpuntsafstand der verschillende objectieven. Alsdan wordt de band *h* met de schroef vastgeklemd, en nu dient voor de naauwkeurige instelling de schroef *k* met den geranden knop *l*. De inrigting van de voorwerptafel, van den spiegel enzv., is duidelijk genoeg uit de figuur, en vereischt geene beschrijving. Alleenlijk voeg ik hier nog bij, dat bij dit mikroskoop ook het holle spiegeltje voor de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen gevoegd werd, dat vroeger alleen bij het enkelvoudig mikroskoop in gebruik was. Dit holle spiegeltje was (z. fig. 9 *b*) bevestigd onder aan eene van weerszijden gedeeltelijk opene buis *a*, welke, al naar gelang van den brandpuntsafstand van het gebruikte objectief, hooger of lager over het naauwere gedeelte der mikroskoopbuis werd geschoven, tot welk einde daarop eenige aan de verschillende objectieven beantwoordende insnijdingen gemaakt waren.

405. Van nu af aan nam het getal der vervaardigers van mikroskopen in de onderscheidene landen van Europa zoozeer toe, dat het niet wel mogelijk is bij ieder hunner opzettelijk te vertoeven, en al de verschillende dikwerf geringe en weinig beteekenende wijzigingen op te noemen, door hen in dit of dat gedeelte van den mikroskopischen toestel gemaakt.

Wij zullen ons daarom alleen bepalen bij de vooornaamsten hunner, en inzonderheid bij hen, wier mikroskopen het meest algemeen in gebruik zijn geweest, of die eenigermate gewigtige verbeteringen of bijvoegselen hebben uitgedacht.

Steiner, wien wij reeds straks noemden, als dengenen die het Wilsonsche enkelvoudige mikroskoop met eene geringe verandering namaakte (z. bl. 61), vervaardigde met behulp van hetzelve een zoogenaamd *microscopium universale*, dat is zulk een, hetwelk naar willekeur als enkelvoudig, of als zamengesteld mikroskoop gebruikt konde worden. Hiertoe plaatste hij boven de lenzen van het enkelvoudig mikroskoop eene buis, die de beide oogglazen bevatte. Deze buis was aan eene afzonderlijke stijl bevestigd, welke op die van het enkelvoudig mikroskoop kon gesteld worden (1).

Ook hier te lande werd eene dergelijke inrigting door Jacobus Lommers te Utrecht daargesteld, met dit onderscheid echter, dat de buis, die de oogglazen bevatte, onmiddelijk in het busje, waarin de lens besloten was, geschroefd werd (2). Een ander zoogenaamd algemeen mikroskoop werd door von Gleichen in 1762 uitgedacht, en is door Ledermüller (3) zeer omstandig beschreven en afgebeeld. Deszelfs inrigting was echter ongetwijfeld minder doelmatig dan die van de reeds genoemden.

Ten zelfden tijde werden in Engeland door Benjamin Martin, eenen man, die theoretische kundigheden met praktische vaardigheid vereenigde, onderscheidene soorten van mikroskopen vervaardigd. Zijn zakmikroskoop, het eerst beschreven in 1739 (4), was van eene zeer eenvoudige za-

---

(1) Zie de beschrijving en afbeelding door Steiner gevoegd achter de duitsche vertaling van Baker's *Microscope made easy*, in 1753 te Zürich uitgekomen.

(2) Ik heb twee zulke werktuigen van Lommers gezien. Op het eene staat het jaartal 1751, op het andere 1760.

(3) *Mikrosk. Vermak.* III. p. 17. Pl. 11, 12, 13, 14 en 15.

(4) *Description and use of a Pocket reflecting microscope*, London, 1739. — Zie ook zijne *Philosophia Brittannica*, 1740, III. Pl. XLVI.

menstelling, maar onderscheidde zich door de bijvoeging van eenen schroefmikrometer, waarop wij later zullen terugkomen. Het is afgebeeld in Pl. IV. fig. 10, waarin men den eersten ruweren vorm herkent van vele mikroskoopgestellen, die later in gebruik zijn gebleven.

Hij beschreef verders een mikroskoop, in hetwelk zich tusschen de beide biconvexe voorwerp- en oogglazen een biconcaaf glas bevond (1); doch deze inrigting was niet nieuw. Het was, zoo als wij reeds zagen, die van het mikroskoop van Fontana, en ook nog vóór Martin had Conradi (2) een mikroskoop in dier voege zamengesteld. Ook het mikroskoop met vier lenzen, door hem beschreven (3), kon op geene nieuwheid aanspraak maken, daar reeds vroeger dergelijke zijn vervaardigd (z. bl. 127). Evenmin kunnen de mikroskopen, waaraan Martin den naam van *polydynamische* gaf (4), als zijne uitvinding beschouwd worden, zijnde deze niet anders dan verrekijkers, die door uittrekking der buizen in mikroskopen veranderd werden, iets dat reeds veel vroeger bekend en door Wolf (5) aangegeven was.

Daarentegen onderscheidt zich zijn *New Universal Microscope* in verscheidene opzigten van de werktuigen zijner voorgangers. De eerste beschrijving en afbeelding daarvan gaf hij in

---

Aan de keerzijde der laatste bladzijde van dit deel leest men, dat het *New invented Pocket reflecting microscope* kost: met den mikrometer één guinea, en zonder dezen tien shillings en zes pence. Men ziet hieruit dat de engelsche mikroskopen toen goedkooper waren dan thans.

(1) *System of Optics.* 1740. p. 212.

(2) *Dreifacher Sehestrahl.* Coburg, 1710. p. 109.

(3) *New Elements of Optics.* 1759. p. 50.

(4) *Microscopium polydinamicum, or a new construction for the microscope.* London, 1771.

(5) *Elementa Dioptricae*, § 454.

1759 (1). Naderhand verbeterde hij hetzelve nog, en gaf er in 1776 eene nieuwe beschrijving van (2). Wat de optische inrigting aanbelangt, zoo bestaat het oculair uit drie plano-convexe glazen, van welke de beide bovenste met de bolle zijden naar elkander toegekeerd zijn. Tusschen het oculair en de biconvexe voorwerplens is nog eene plano-convexe lens geplaatst. In het geheel zijn er dus vijf lenzen in aanwezig. Ook de mechanische inrigting verschilt in meer dan één opzigt van die van het Cuffsche mikroskoop, gelijk blijkt uit de afbeelding in Pl. IV. fig. 11. De stam *a* namelijk is eene ronde holle zuil of buis (3), waarin zich eene tweede *b*, die getand is, door middel van den geranden knop *c*, op en neder beweegt, terwijl in deze tweede buis eene derde *d* glijdt, door welke laatste beweging de grovere instelling verkregen wordt. Op deze derde buis rust de arm *e*, die de mikroskoopbuis draagt; deze arm kan in eene sleuf bij *f* heen en weder worden geschoven. De mikroskoopbuis wordt geschroefd in den ring *g*, waaronder eene draaijende schijf *h* is met zes objectieflenzen van onderscheiden brandpuntsafstand. Deze schijf kan ook verwijderd en in hare plaats verschillende in busjes besloten objectieflenzen onder aan den ring vastge-

(1) *Philosophia Brittannica*; III. p. 400.

(2) *Description of a new Universal microscope.* London, 1776. In de voorrede tot deze beschrijving maakt Martin gewag van een klein zamengesteld mikroskoop, met welks vervaardiging hij zich toen onledig hield, hetwelk de voorwerpen niet minder dan 2000—5760 maal in doormeter vergrootte, en waarvoor hij den naam van » *the Virtuoso's optical Apparatus*" bestemd had. Het is mij niet bekend of dit mikroskoop immer uit de handen van Martin is gekomen. De zeer sterke vergrooting doet vermoeden, dat als objectief geene lenzen maar kleine glasbolletjes gebruikt werden.

(3) Bij andere door Martin vervaardigde mikroskopen is de stam driehoekig, op de wijze der tegenwoordige mikroskopen van Plössl.

schroefd worden. De mikroskoopbuis bestaat eigenlijk uit twee buizen *h* en *i*, waarvan de binnenste *i* de drie ooggläzen bevat, en kan worden uitgetrökken ter verlenging van den afstand tusschen het objectief en het oculair. Bij sommige mikroskopen van Martin is de buitenste buis van eene sleuf en eene getande stang voorzien, terwijl aan de binnenste een rondsel bevestigd is, zoodat door omdraaijing van eenen geranden knop deze binnenste buis hooger of lager kan gebragt worden.

De voorwerptafel *l* heeft eene ruime opening, waarin onderscheidene bij dit mikroskoop behoorende hulpwerktuigen kunnen worden gebragt, zooals een klemveertoestel *A*, de losse voorwerptafel in *B* afgebeeld, welke drie openingen van onderscheiden doormeter heeft; maar bovendien ook eene door rad en rondsel ronddraaijende voorwerpplaat, en een schroefmikrometer, op welke beide laatste werktuigen wij nog in het vervolg zullen moeten terugkomen.

De spiegel *m* is geplaatst op eenen afzonderlijken arm, welke langs de staaf *n* op en neder glijdt, en hierom kan gedraaid worden, wanneer men het licht schuins op het voorwerp wil doen vallen. Ter versterking der verlichting kan eene afzonderlijke (in de figuur niet afgebeelde) lens onder de voorwerptafel worden geplaatst, terwijl voor het opvallend licht de lens *o* dient.

Eindelijk kan dit mikroskoop niet alleen in de vertikale, maar ook in de horizontale of eenige andere daartusschen liggende stelling worden gebragt, door de scharnier bij *p*, die den stam met den drievoet *qqq* verbindt.

Ter verandering in een enkelvoudig mikroskoop is het voldoende de mikroskoopbuis uit den ring *g* te verwijderen, en in hare plaats eene der bij het mikroskoop gevoegde enkel-

voudige lenzen te brengen, welker busjes in de opening van den ring passen.

Bij het onderzoek van zulk een mikroskoop van Martin vond ik het volgende.

De afstand van het bovenste oogglas van de voorwerplens bedraagt:

de verlengbuis niet uitgetrokken zijnde . . 22 centim.
» » uitgetrokken zijnde . . . . . 29 »
Brandspuntsafstand der sterkste lens van het zamengesteld mikroskoop . . . . . 3,8 millim.
Openingshoek van dezelfde lens . . . . . 11°
Grootte van het gezigtsveld voor eenen oogafstand van 25 centim. . . . . 204 millim.
Vergrooting met de sterkste voorwerplens, voor gelijken oogafstand:
Zonder de verlengbuis . . . . . 148 maal.
Met » » . . . . . 220 »

De scherpte der beelden is gering. Ook op de schubbetjes van zulke vlinders, b. v. van *Noctua nupta*, waarop de streepjes zeer gemakkelijk te herkennen zijn, ontwaart men daarvan geen spoor, evenmin van de streepjes in de eerste groep van het Nobertsche proefplaatje. De bij het enkelvoudige mikroskoop behoorende lenzen zijn daarentegen vrij scherp en helder. De beide sterksten vergrooten 128 en 198 maal.

406. Onder degenen, die zich gedurende het overige der achttiende eeuw in Engeland onderscheidden door de vervaardiging van mikroskopen, behooren de beide Adams vader en zoon, Jones, Dollond vader en zoon, en Mann.

Over het lamp-mikroskoop der eersten is het hier de plaats niet te spreken. Hunne zamengestelde mikroskopen behooren

tot de beste van dit tijdperk. In de hoofdzaak zijn zij naar het model van het mikroskoop van Cuff ingerigt. Alleenlijk wordt niet het ligchaam des mikroskoops, maar de voorwerptafel door een rondselwerk op en neder bewogen. Voor de verlichting dient een spiegel, die aan de eene zijde vlak, aan de andere hol is. Eene latere verandering, door den jongeren Adams aangebragt, betreft de objectieflenzen, welke niet in afzonderlijke busjes, maar in eene koperen schuif zijn bevat, die in eene daarvoor dienende sleuf onder aan het ligchaam des mikroskoops wordt geschoven, in dier voege, dat, door middel eener aldaar geplaatste stalen veer, welke in de kleine keepen vat, die in de koperen schuif op bepaalde afstanden gemaakt zijn, de objectieflens telkens in de as van het mikroskoop komt te leggen.

Bij het onderzoek van een mikroskoop van den ouderen Adams, verkreeg ik de volgende uitkomsten:

De brandpuntsafstand der sterkste lens N°. 1 is 3.2 millim.

De afstand van het bovenste oogglas tot aan de voorwerplens is 13 centim.

De doormeter van het veld op 25 centim. oogafstand bedraagt 16 centim.

De vergrooting met de lens N°. 1 is 150 maal. Bij deze vergrooting zijn de lengtestreepjes op de vleugelschubbetjes van *Noctua nupta* tamelijk goed zigtbaar. Derhalven overtreft dit mikroskoop dat van Martin in helderheid en scherpte, maar doet daarvoor onder in grootte van het gezigtsveld.

De vroegere mikroskopen van Jones komen grootendeels met die van Adams overeen. Eene latere verbetering van hem bestond daarin (z. Pl. V. fig. 1), dat hij zoowel het ligchaam des mikroskoops, als de voorwerptafel en den spiegel

aan eene afzonderlijke stijl bevestigde, welke, door eene scharniergeleding *a* met den stam in verband staande, veroorlooft het mikroskoop horizontaal tegen het licht te stellen.

Blijkbaar bedoelde Jones hiermede hetzelfde als reeds Martin had gedaan, maar zijne inrigting daartoe was beter, omdat, de scharnier hooger zijnde geplaatst, het mikroskoop bij de horizontale stelling zich meer op de hoogte van het oog des waarnemers bevindt. Ook is dit gedeelte van het Jonessche mikroskoopgestel in de later vervaardigde engelsche mikroskopen meestal bijbehouden.

De werktuiglijke inrigting der mikroskopen van James Mann komt in de hoofdzaak met die van Jones overeen. Wat hun optisch vermogen betreft, zoo schijnen zij voor den tijd, waarin zij gemaakt werden, zeer goed te zijn geweest. Althans Meijen, die zijne eerste phytotomische waarnemingen nog met zulk een mikroskoop deed, roemde hetzelve zeer (1).

Ook de Dollondsche mikroskopen van dit tijdperk hadden nagenoeg gelijke inrigting als die van Jones. Alleen moet aangeteekend worden, dat Dollond het Huygensche oculair bij dezelve gebruikte (2), en hierin de eerste schijnt te zijn geweest.

407. In Duitschland werd intusschen het mikroskoop van Cuff door Ring en Vennebruch te Berlijn nagemaakt, terwijl Reinthaler te Leipzig hetzelve mede vervaardigde, alleen met die verandering, dat het ligchaam des mikroskoops in plaats van door eene schroef, door een rondselwerk

(1) In zijne door Teyler's Genootschap bekroonde prijsverhandeling: *Ueber die neuesten Fortschrifte der Anatomie und Physiologie der Gewächse.* 1836. p. 2.

(2) Chevalier, *Notes rectificatives* etc. p. 25.

werd op en neder bewogen (1). Ook het zamengesteld mikroskoop van Burucker te Neurenberg, door Ledermüller (2) omstandig beschreven, komt in de hoofdzaak met het Cuffsche mikroskoop overeen.

Veel naam verwierf zich inzonderheid Brander te Augsburg door zijne mikroskopen. Twee soorten van dezelve beschreef hij in 1769 (3). Het eene dezer mikroskopen heeft nagenoeg de inrigting van het zakmikroskoop van Martin (z. bl. 142), en is even als dit van eenen schroefmikrometer voorzien. Het andere komt grootendeels overeen met dat van Cuff. De eenige verbetering daarin, en welke met eenige wijzigingen tot op den tegenwoordigen tijd is blijven bestaan, bestaat in de verwisseling van den tot daartoe gebruikelijken voorwerphouder (met de spiraalveer, zooals deze het eerst in het enkelvoudig mikroskoop van Hartsoeker wordt aangetroffen, z. bl. 47) met eene hoefijzervormige plaat, tusschen welke en de voorwerptafel het plaatje of schuifje, dat het voorwerp bevat, geschoven en bevestigd wordt. De vergrooting der mikroskopen van Brander bedroeg volgens zijne eigene opgave niet boven 120 malen bij 8 duimen duidelijkheidsafstand.

In Frankrijk had reeds twee jaren vroeger de Hertog de Chaulnes (4) een mikroskoop zamengesteld, hetwelk zich zoowel in de optische inrigting als in de wijze der toenade-

---

(1) Krünitz's *Encyclopaedie*. Art. *Mikroskope*, p. 266.

(2) *Mikrosk. Vermakel.* IV. p. 53. pl. IV.

(3) *Beschreibung zweier Zusammengesetzten Mikroscope.* Augsburg, 1769.

(4) *Mémoires de l'Acad. d. scienees*, 1767. p. 423, met verscheidene platen. Afzonderlijk is dit mikroskoop beschreven in *Description d'un mieroscope et de differents micromètres, par le duc* de Chaulnes, Paris, 1768.

ring tot het voorwerp niet wezenlijk van dat van Cuff onderscheidde, doch bepaaldelijk tot het doen van naauwkeurige mikrometrische bepalingen was ingerigt, om welke reden wij eene nadere beschrijving tot het hoofdstuk over mikrometers besparen.

408. In de eigenlijke optische zamenstelling der mikroskopen was sedert het begin der achttiende eeuw geenerlei noemenswaardige verbetering aangebragt. Men was integendeel van den weg, welke daartoe leidde, en die reeds eenigermate door sommigen op het einde der vorige eeuw (z. bl. 127) was aangewezen, afgedwaald. Intusschen hadden de verrekijkers, door het achromatiseren der voorwerpglazen, eene allerbelangrijkste verbetering ondergaan, maar men wanhoopte om deze ook tot de mikroskopen uit te strekken. Straks zullen wij uitvoeriger op dit onderwerp terug komen.

Het was echter te verwachten, dat ook zonder de lenzen achromatisch te maken verbetering mogelijk was, door de krommingen der lenzen, hare onderlinge afstanden, aantal enzv. zoodanig in te rigten, dat althans de uitwerkselen der sphaerische aberratie zooveel mogelijk werden weggenomen. Het was op dit punt dat Euler zijn oogmerk rigtte, en wij zijn aan hem eene reeks van onderzoekingen over dit onderwerp verschuldigd, die ook thans nog hunne belangrijkheid geenszins verloren hebben (1).

---

(1) Euler, *Règles générales pour la construction des télescopes et des microscopes de quelque nombre de verres qu'ils soyent composés. Mémoires de l'Acad. de Berlin*, 1757. XII. p. 283. In deze verhandeling ontwikkelt Euler, op theoretische gronden, welke de krommingen, de onderlinge afstanden en de openingen der lenzen moeten zijn in mikroskopen die er van één tot vijf bevatten.

In eenen latere verhandeling onder denzelfden titel (*Mém. de l'Acad.*

Het schijnt echter, dat de door Euler voorgeslagen verbeteringen bij de praktische vervaardigers van mikroskopen weinig ingang gevonden hebben, waarschijnlijk uit hoofde van den wiskundigen vorm, waaronder zij voorgedragen werden. De door hem voorgestelde doubletten, van welke reeds vroeger melding is gemaakt, en die hij ook als objectieven in het zamengesteld mikroskoop aanbeval, schijnen nimmer uitgevoerd te zijn. Of er immer een mikroskoop met zes

---

de Berl. 1761. XVII. p. 201) komt hij op hetzelfde onderwerp terug.

Détermination du champ apparent que découvrent tant les téleseopes que les microscopes. Mém. de Berl. 1761. XVII. p. 191. Hier berekent E. hoe groot het gezigtsveld, en welke de plaats van het oog is bij dioptrische werktuigen, welke een bepaald aantal glazen bevatten.

Recherches sur les mieroscopes à trois verres et les moyens de les perfectioner. Mém. de Berlin. 1764. XX. p. 117. Nadat E. in eene vroegere verhandeling, welke wij reeds vermeld hebben (bl. 74), het nut had aangetoond van de vereeniging van twee lenzen in het enkelvoudig mikroskoop, past hij hier hetzelfde beginsel op het objectief van het zamengestelde mikroskoop toe, en geeft in tafels de krommingen der lenzen, hunne openingen en onderlinge afstanden op.

De novo microseopiorum genere ex sex lentibus composito. Novi commentarii Acad. Petrop. 1768. XII. p. 195. In dit stuk toont E. de voordeelen aan van een uit zes lenzen zamengesteld mikroskoop, en berekent hunne krommingen, openingen en onderlinge afstanden voor mikroskopen, die den doormeter 600, 2000 en 4000 maal moeten vergrooten. De zamenstelling van zulk een mikroskoop zoude dusdanig moeten zijn, dat op de objectieflens, ter plaatse waar deze het beeld vormt, eene lens met wijde opening, vervolgens op eenigen afstand eene sterker vergrootende lens met zeer geringe opening, en eindelijk drie boven elkander geplaatste eigenlijke oogglazen zouden moeten gevonden worden. Ook hier zoude de objectieflens bovendien nog met vrucht uit twee vereenigde lenzen kunnen bestaan, en ten nutte der vervaardigers van mikroskopen voegde hij achter dit opstel eene tafel, waarin de krommingen en onderlinge afstanden der lenzen zijn opgeteekend voor zulke dubbel-objectieven van 1 duim tot $\frac{1}{20}$ duim brandpuntsafstand.

De inhoud dezer verschillende verhandelingen vindt men vermeerderd terug in zijne *Dioptrica*, T. III, desgelijks in de *Dioptrica* van Klugel.

Over den voorslag van Euler tot achromatisatie van de objectieflens der mikroskopen zal ik later spreken.

lenzen geheel naar zijn voorschrift is daargesteld, is mij niet gebleken. Dat reeds in 1685 door Grindl een mikroskoop met zes lenzen was zamengesteld, is vroeger (bl. 127) aangevoerd, doch ook na Euler heeft te Leiden Dellebarre mikroskopen vervaardigd, die zes lenzen bevatten. In het door de Fransche Akademie over deze mikroskopen uitgebragte rapport wordt uitdrukkelijk gezegd, dat Dellebarre den door Euler gedanen voorslag verwezenlijkt heeft. Indien echter de commissie, die dit rapport uitbragt, zich de moeite had gegeven om meer dan den titel van Euler's verhandeling te lezen, zoude zij spoedig ontwaard hebben, dat de inrigting der mikroskopen van Dellebarre met die, welke door Euler was voorgesteld, niets dan het getal der lenzen gemeen had (1).

De door Dellebarre vervaardigde mikroskopen hebben langen tijd eene groote beroemdheid gehad. Deze nam inzonderheid toe, toen Lalande, in 1762 in Holland reizende, zijne werktuigen zag, en den maker uitnoodigde om naar Frankrijk te komen, hetgeen deze deed, en aldaar vele zijner mikroskopen verkocht (2). In 1777 bood hij aan de Parijsche Akademie eene verhandeling over mikroskopen in het algemeen en de zijne in het bijzonder aan, en gaf bovendien nog eene afzonderlijke beschrijving daarvan uit (3).

Het door de Akademie uitgebragte rapport luidde onge-

---

(1) Het eigenlijke oculair van het door Euler voorgesteldo mikroskoop bestond uit drie, dat van Dellebarre uit vier glazen. Men vergelijke overigens met do volgende beschrijving de noot op de vorige bladzijde.

(2) Montuela, *Hist. des mathém.* III. p. 511. De prijs der mikroskopen van Dellebarro was 360 francs.

(3) To zamen uitgegeven onder den titel: *Mémoires sur les differences de la construction et des effets du microscope*, 1777.

meen gunstig, en prees de mikroskopen van Dellebarre, als vereenigende verscheidene nieuwe voordeelen met al diegenen, welke aan vroegere mikroskopen eigen waren.

Ofschoon nu de lof, door de Parijsche Akademie aan de mikroskopen van Dellebarre toegezwaaid, niet geheel van overdrijving is vrij te pleiten, zoo bezaten zij echter eenige eigendommelijkheden, welke hen boven de meeste van dien tijd deden uitmunten. Het oculair is zamengesteld uit vier glazen, die of te gelijk, of bij paren kunnen gebruikt worden. Elk paar bestaat uit eene flintglaslens en eene groenachtige crownglaslens. Alle zijn biconvex, en zoodanig vereenigd, dat hunne oppervlakten zeer nabij aan elkander zijn. Tusschen de objectieflens en het oculair is nog een biconvex tusschenglas geplaatst. Dit tusschenglas is aan eene buis geschroefd, waarin van boven de buis *a* (Pl. V. fig. 2), die de oogglazen bevat, geschoven wordt, terwijl zij zelve in eene wijdere buis *b*, aan welke van onderen bij *c* de objectieflens wordt bevestigd, op en neder kan bewogen worden, door welk middel de mikroskoopbuis kan worden verlengd.

Verder onderscheidt zich de werktuiglijke inrigting daardoor, dat de op eenen in de figuur niet afgebeelden drievoet rustende stam *de* door twee scharnierbewegingen bij *f* en bij *g* horizontaal kan gesteld worden. De buis *b*, die den optischen toestel bevat, hangt in den ring *h*, en wordt daarin door de klemschroeven *i* en *m* bevestigd. Deze ring is vast vereenigd met de vierkante staaf *k*, welke in het holle vierkante stuk *l* voor- en achterwaarts glijdt, terwijl dit verbonden is met het ronde stuk *n*, waaraan zich eene pen bevindt, die past in eene opening aan den top van den stam *de*, en daarin als eene spil draait, zoodat de mikroskoop-

buis derhalve boven alle punten der voorwerptafel *o* kan gebragt worden. Deze voorwerptafel is ringvormig, en bevat in eene cirkelvormige groeve eene ronde glasplaat. Tot het vasthouden der voorwerpen dient een hoefijzervormige stalen veer bij *p* op den rand van de voorwerptafel bevestigd. De toenadering van het voorwerp tot de objectieflens geschiedt door een rondselwerk, waarvan de gerande knop bij *q* gezien wordt.

Voor de verlichting dient een holle en een vlakke spiegel *r*, welke door de scharnieren *s* en *t* in alle rigtingen beweegbaar is, terwijl tusschen den spiegel en het voorwerp eene lens *u* kan geplaatst worden, om het licht te concentreren. Eindelijk voorzag Dellebarre zijne mikroskopen van eenen hollen metalen spiegel voor de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen, welke merkelijk grooter was, dan de tot daartoe gebruikelijke, en ook inderdaad voor geringere vergrootingen beter aan het oogmerk voldoet.

Een hoofddoel van Dellebarre bij de inrigting van zijn mikroskoop was, door de verschillende combinatiën der ooglazen, gepaard met het verlengen van de buizen, een groot aantal verschillende vergrootingen daar te stellen. Tevens poogde hij het gezigtsveld zoo groot mogelijk te maken. Dat hij deze beide oogmerken werkelijk bereikt heeft, kan uit het volgende overzigt der vergrootingen en der uitgebreidheid van het gezigtsveld blijken. Deze bepalingen zijn alleen voor de sterkste objectieflens verrigt, welker brandpuntsafstand bij het door mij onderzochte mikroskoop 2,5 millim. bedraagt, terwijl zij eenen openingshoek van 22° heeft.

De afstand van het bovenste oogglas tot aan de objectieflens is 15 centim., wanneer de verlengbuis niet is uitgetrokken, en 22 centim., indien dit wel het geval is.

	OOGGLAZEN.		
	3 en 4.	1 en 2.	1, 2, 3 en 4.ª
Doormeter van het gezigtsveld	22,5 centim.	36,5 centim.	40 centim. (1)
Vergrooting. Tusschenglas voorhanden, de verlengbuis niet uitgetrokken	230 »	290 »	440 »
Tusschenglas voorhanden, de verlengbuis uitgetrokken	280 »	350 »	490 »
Tusschenglas verwijderd, en de verlengbuis uitgetrokken zijnde	590 »	840 »	1170 »

Men kan derhalve met elke objectieflens minstens 9 verschillende vergrootingen daarstellen, en de uitgebreidheid van het veld is zoo groot, dat in dit opzigt alle andere en zelfs nieuwere mikroskopen voor dat van Dellebarre onderdoen. Echter is het er verre af, zooals trouwens de geheele inrigting reeds doet vooruitzien, dat de voorwerpen zich overal in het gezigtsveld met gelijke duidelijkheid vertoonen. Alleen het midden van het veld is voor eigenlijke waarneming geschikt. Hier herkent men bij eene 440 malige vergrooting met vrij groote duidelijkheid de overlangs loopende streepjes op de meer genoemde schubbetjes van *Noctua nupta*, doch geen spoor van de dwarsstreepjes. Van het Nobertsche proefplaatje wordt nog de tweede groep zeer goed en ook de derde, doch gebrekkig, in streepjes opgelost. Door de vergrooting te versterken door uittrekking der oculairbuis, of door verwijdering van het tusschenglas, neemt het optisch vermogen niets toe.

Bij dezelfde vergrooting werden ook de uiterste grenzen der zigtbaarheid en onderscheidbaarheid der voorwerpen bij

(1) Eigenlijk is het gezigtsveld nog grooter, maar men kan geene grootere ruimte overzien. Deze veronderstelt bij de opgegeven grootte van het gezigtsveld reeds eenen gezigtshoek van 78°.

doorvallend licht bepaald, op de wijze vroeger (Dl. I. bl. 407 Dl. II. bl. 85) beschreven. De uitkomsten waren de volgende:

GRENZEN DER ZIGTBAARHEID VAN

Bolronde voorwerpen.	Draadvormige voorwerpen.
0,767 *mmm* = $\frac{1}{1300}$ millim.	0,145 *mmm* = $\frac{1}{6900}$ millim.

GRENZEN VAN DE ONDERSCHEIDBAARH. DER MAZEN IN EEN DRAADNET.

Draden.	Tusschenruimten.
0,672 *mmm* = $\frac{1}{1490}$ millim.	1,010 *mmm* = $\frac{1}{990}$ millim.

Vergelijken wij nu het Dellebarresche mikroskoop met die van Adams en van Martin, dan is het ontegenzeggelijk beter dan deze, wat het optisch vermogen betreft, ofschoon de werktuiglijke uitvoering voor die der engelsche mikroskopen wijken moet. Onderzoeken wij verders naar de oorzaak, waarom zich de voorwerpen door hetzelve duidelijker vertoonen, dan blijkt al spoedig, dat deze niet zoozeer moet gezocht worden in de eigendommelijke zamenstelling van het oculair, maar eenig en alleen daarin, dat Dellebarre objectieflenzen van eenen korteren brandpuntsafstand aanwendde. Indien men deze aan de mikroskopen der zoo even genoemde makers brengt, dan vertoonen zij even scherpe beelden als het Dellebarresche mikroskoop. Dit is tevens de hoofdreden van het meerder vergrootend vermogen van dit laatste.

409. Een tijdgenoot van Dellebarre was de Hanoveraan Samuel Gottlieb Hoffmann, wiens mikroskopen destijds in Duitschland zeer gezocht waren. In 1772 gaf hij er eene beschrijving van in de *Altonaër Zeitung*. Later is hetzelve zeer geroemd door Gooze (1). Deze ver-

(1) *Hanov. Magazin*, X Jahrg. — Krünitz's. *Encyclop.* XC. p. 310.

meldt eene inrigting, waardoor het gezigtsveld van dit mikroskoop grooter en kleiner kon gemaakt worden, zonder echter het middel daartoe aangewend op te geven. Met zes objectieflenzen konden twaalf verschillende vergrootingen verkregen worden (waarschijnlijk door uittrekking der buizen), waarvan de sterkste 570 bedroeg.

Eenige jaren later verscheen de beschrijving der mikroskopen van Johan Heinrich Tiedemann (1). Behalve het uit twee glazen bestaande oculair, was daarin ook een tusschenglas aangebragt. De sterkst vergrootende objectieflens had eenen brandpuntsafstand van 1‴ (2,2 millim.) Voor de beweging diende een rondselwerk. Ook behoorde hierbij eene afzonderlijke door twee schroeven beweegbare voorwerptafel. Als voetstuk van den stam van het mikroskoop diende de bodem van het kistje, waarin het na gebruik door middel van eene scharnier achterover geslagen en geborgen werd. Beseke (2) stelde het mikroskoop van Tiedemann onder alle de overige mikroskopen van dien tijd boven aan, zoowel wat de deugdzaamheid der glazen, als wat de werktuiglijke uitvoering betrof.

Onder hen, die zich in Duitschland gedurende de laatste jaren der vorige en het begin der eeuw, waarin wij leven, door het vervaardigen van mikroskopen eenigen naam hebben verworven, noemen wij nog Wagener, Elkner, Junker en Weickert, ofschoon het niet blijkt, dat zij iets tot werkelijke verbetering van dit werktuig hebben toegebragt.

---

(1) *Beschreibung der von ihm verfertigten achromatische Fernröhre, zusammengesetzten Vergrösserungsgläser* etc. Stuttgard, 1785. — Beschrijving en afbeelding zijn overgenomen in Krünitz's *Encyclopaedie*, l. c. p. 295.

(2) *Beob. u. Entd. v. d. Berliner Gesellsch. naturforsch. Freunde.* Bd. II. 1788. s. 117.

De beide laatsten lagen er zich inzonderheid op toe, om, door de uitwendige inrigting te vereenvoudigen, hunne werktuigen zoo goedkoop mogelijk te maken, zonder dat zij in bruikbaarheid veel verloren (1). Ook werden toen en naderhand zamengestelde mikroskopen uit karton en hout zamengesteld in grooten getale te Neurenberg fabriekmatig vervaardigd.

410. Hier te lande werden, behalve door Dellebarre, wiens mikroskopen wij zoo even beschreven hebben, terzelfder tijd zamengestelde mikroskopen vervaardigd door Herman en Jan van Deyl. Wij zullen deze straks leeren kennen als de eersten, die een bruikbaar achromatisch mikroskoop hebben tot stand gebragt, maar ook hunne vroegere naar de oude wijze vervaardigde mikroskopen, waren zeer goed, vooral wat het optisch gedeelte betreft, terwijl de mechanische inrigting hoogst eenvoudig was, ongeveer overeenkomende met die van het achromatisch mikroskoop later door den laatstgenoemden gemaakt (z. Pl. V. fig. 3). Bij een hunner werktuigen, hetwelk ik in de gelegenheid was te zien, bedraagt de brandpuntsafstand der sterkste objectieflens iets meer dan 2 millim., terwijl het in helderheid en scherpte het Dellebarresche mikroskoop bij gelijke vergrooting (ongeveer 300 maal) overtreft. Ook verdient het hier te worden opgeteekend, dat de beugel, waarin de spiegel zich beweegt, zich aan het einde eener kruk bevindt,

---

(1) Het mikroskoop van Junker is beschreven in Voigt's *Magazin für den neuesten Zustand der Naturwissenschaft*, Bd. I. s. 139. Dat van Weickert in Gilbert's *Ann.* 1811. Bd. XXXVIII. p. 345. Hedwig gebruikte bij zijne bekende onderzoekingen een mikroskoop van den laatsten.

die om eene as draait, zoodat de spiegel zoo kan gesteld worden, dat de lichtstralen ook in eene schuinsche rigting op het voorwerp kunnen vallen, en derhalve geheel op dezelfde wijze als dit bij vele nieuwere mikroskopen thans wordt aangetroffen.

Eindelijk moet hier Hendrik Hen worden genoemd, even als de vorigen te Amsterdam woonachtig. Zijn in 1807 vervaardigd zamengesteld mikroskoop munt inzonderheid uit door volledigheid, stevigheid en naauwkeurige bewerking van den geheelen mechanischen toestel, waartoe blijkbaar het Martinsche mikroskoop (z. hl. 146), behoudens eenige wijzigingen, ten voorbeeld heeft gediend. Deszelfs zware ronde stam rust op eenen voet met drie uitslaande pooten; voor de op en nedergaande beweging der voorwerptafel dient een rondselwerk; de arm, waaraan de mikroskoopbuis bevestigd is, kan door middel van een rad en eene schroef zonder einde in eene horizontale rigting gedraaid worden, terwijl het geheele mikroskoop in eene horizontale of in eene andere stelling kan worden gebragt door een afzonderlijk daarvoor bestemd raderwerk.

Wat het optische gedeelte betreft, zoo bestaat dit, 1° uit eene koperen plaat, met drie daarin gevatte lenzen, welke, nadat de plaat onder de mikroskoopbuis bevestigd is, beurtelings door draaijing onder de opening gebragt zijnde, als objectieven dienen; 2° uit drie andere meer vergrootende objectieflenzen in koperen busjes, waarvan de sterkste eenen brandpuntsafstand van ruim drie millim. heeft; 3° uit drie objectieflenzen, voorzien van metalen spiegeltjes voor de waarneming van ondoorschijnende voorwerpen; 4° uit twee verschillende oculairbuizen, de eene met twee, de andere met vier glazen.

Verders is de spiegel aan de eene zijde vlak, aan de an-

dere hol, en ook voor schuins invallend licht ingerigt; eene verlichtingslens kan onder de voorwerptafel gebragt worden; een afzonderlijke toestel dient om eene kaars aan het mikroskoop te bevestigen, en voor de verlichting met opvallend licht is er eene groote lens en bovendien de later te vermelden Swavingsche toestel bijgevoegd.

Uit deze beknopte beschrijving zal genoegzaam blijken, dat het Hensche mikroskoop met veel zorg vervaardigd was, en inderdaad den lof verdiende, welke er door bevoegde tijdgenooten aan werd toegezwaaid (1).

---

(1) Ik heb met dit mikroskoop alleen op eene verkooping van physische werktuigen kennis gemaakt, doch ter staving van het bovenstaande laat ik hier eenen brief volgen van Ypelaar, denzelfden, dien wij, in het laatste hoofdstuk van dit werk, als kunstig bereider van mikroskopische voorwerpen, zullen moeten vermelden. Deze brief lag in het kistje, waarin het mikroskoop werd geborgen, en luidt aldus:

Mijnheer en Vriend Hr. Hen!

In bericht diend dezen dat het Mikroskoop door Uw vervaardigt door mij op d' allernaauwkeurigste wijze is bezien, in zoo verre mij mogelijk was de Delicaatste proeven daarop heb genomen, ik moet bekennen nimmer een werktuig te hebben gezien, welke mij meer gefrappeerd heeft, dan dit Mikroskoop', en daar (zoo UEd. bekend is) ik veel Mikroskopen heb gezien, moet ik erkennen noch geen gezien te hebben, dat mij in 't algemeen meer voldeed; nimmer niet zoo veel in allen deele als dit, zo dat was ik van geen goed Mikroskoop voorzien (aan wiens behandeling ik gewoon ben) ik zoude alles aanwenden om bezitter van zoo een danig werktuig te worden.

'T is mij intussehen Lief dat een mijner Land- en Stadgenooten het zo verre heeft gebragt, dat wij bij geen vreemde Natie te markt behoeven te koomen, om bezitting van zoo een werktuig te hebben, vertrouw niet ik UEd. eenige Compliment maak, maar geloof het mijn ernstige meening is, waarmede ik blijf

't Yzigt, UEd. W. Dr. en Vriend,

ultimo Sept. 1807. A. Ypelaar.

Dat Hen een zeer goed werkman is geweest, is mij ook nog gebleken door een zonmikroskoop van zijn maaksel, hetwelk ter zijner plaatse zal worden besproken.

411. Wanneer wij nu de vorderingen overzien, welke het zamengesteld mikroskoop gedurende de achttiende eeuw en de eerste jaren der negentiende maakte, dan moet men erkennen, dat er allengs groote verbeteringen waren aangebragt, eensdeels in de geheele werktuiglijke inrigting van hetzelve, anderendeels in de middelen tot verlichting der voorwerpen. Anders echter was het gelegen met deszelfs belangrijkst gedeelte, namelijk de optische inrigting. In dit opzigt waren de vorderingen uiterst gering Alle de hierin beproefde verbeteringen hadden veranderingen van het oculair ten doel, en deze moesten steeds van een ondergeschikt belang blijven, zoolang de objectieven geene verbetering ondergingen. Wanneer men de mikroskopen van dit tijdperk onderzoekt, dan komt men weldra tot het besluit, dat door de enkelvoudige lenzen, die als objectieven gebruikt werden, reeds alles, wel is waar minder vergroot, maar veel duidelijker en scherper gezien werd, wat men door het zamengesteld mikroskoop kon waarnemen, en dat derhalve de sterkere vergrooting van het beeld door middel der oogglazen, eigenlijk niets deed winnen, dan een grooter gezigtsveld, en zulks alleen ten koste der voor den waarnemer veel belangrijkere helderheid en scherpte.

Het scheen werkelijk, als of het zamengesteld mikroskoop veroordeeld was, om zich nimmer te verheffen uit den toestand van middelmatigheid, waarin het tot dusverre verkeerde. Ook zag men voor wetenschappelijke nasporingen meer en meer van zijn gebruik af, en de naauwkeurigste waarnemers gaven, in weerwil der nadeelen, die het gebruik van het enkelvondig mikroskoop aankleefden, eenstemmig aan dit laatste de voorkeur, terwijl het zamengestelde werktuig hoe langer hoe meer tot een werktuig van vermaak, tot bevrediging eener kinderlijke nieuwsgierigheid werd vernederd, of

althans alleen dan gebruikt, wanneer de aard van het onderzoek geene groote mate van naauwkeurigheid vereischte.

Doch allengs begon de hoop levendig te worden, dat er ook in de optische inrigting van het zamengesteld mikroskoop eene belangrijke verbetering mogelijk was.

Newton had aangewezen, dat de chromatische aberratie de voornaamste oorzaak is der gebreken van dioptrische werktuigen, doch, zich grondende op eenige gebrekkig in het werk gestelde proefnemingen, kwam hij tot het verkeerde besluit, dat het kleurschiftend vermogen van alle het licht brekende middenstoffen gelijk is, en dat het gevolglijk eene vergeefsche poging zoude wezen, om door verbinding van verschillende middenstoffen, b. v. door water te besluiten tusschen twee holle glazen, de chromatische aberratie te verbeteren (1).

Reeds twee jaren na den dood van Newton, namelijk in 1722, was het proefondervindelijk bewezen, dat hij in dit opzigt gedwaald had, en in zijne gevolgtrekkingen te voorbarig was geweest. Chester More Hall, een in de geschiedenis der wetenschap overigens onbekend edelman uit het graafschap Essex, begon in het genoemde jaar pogingen aan te wenden om lenzen zamen te stellen uit crownglas en flintglas, zich hierbij grondende op het achromatisme van het

(1) De verkeerde uitkomsten der proefnemingen van Newton moeten daaraan worden toegeschreven, dat hij in het gebezigde water eene zekere hoeveelheid azijnzuur lood oplostte, waardoor zoowel het brekend als het kleurschiftend vermogen meer gelijk werd aan dat van glas. Dat hij overigens het beginsel, waarop de mogelijkheid eener achromatisatie berustte, werkelijk doorzag, blijkt uit zijne gezegden in zijne *Philosophiae Naturalis principia mathematica*, L. I. Schol. ad. prop. XCVIII. Molyneux, in 1690 Newton's woorden aanhalende, zegt daarvan als met eenen profetischen geest bezield: » *he has fathom'd the greatest Depths of Nature, and laid a Foundation for Posterity to raise an infinite Superstructure.*"

menschelijk oog, waarin ook middenstoffen van ongelijk brekend vermogen voorhanden zijn. Hij zette zijne proefnemingen voort tot in 1755, toen het hem werkelijk gelukte achromatische voorwerpglazen voor verrekijkers tot stand te brengen (1).

Echter verliepen er nog vele jaren eer deze uitvinding vruchten droeg voor de wetenschap; zelfs na ruim eene halve eeuw was de naam des waren uitvinders nog niet bekend, en ging John Dollond daarvoor algemeen door. Doch alhoewel er veel waarschijnlijkheid bestaat, dat deze, toen hij in 1757 achromatische verrekijkers begon te vervaardigen, met de uitvinding van Hall niet geheel onbekend is geweest, zoo moet men aan den anderen kant de groote verdiensten van Dollond voor de zaak van het achromatiseren van lenzen erkennen, daar het aan zijne onvermoeide pogingen moet worden toegeschreven, dat zij ter kennis van het algemeen is gebragt, en hij door talrijke in het werk gestelde proefnemingen zich en anderen in staat stelde de daartoe strekkende handelwijzen meer en meer te verbeteren (2).

Reeds vroeger, t. w. in 1747, had Euler zich met hetzelfde onderwerp bezig gehouden, doch was bij de herhaling van eenige der Newtonsche proeven tot dezelfde ontkennende uitkomst geraakt als deze. Later echter, toen de moge-

(1) Nadere berigten omtrent Hall en zijne uitvinding zijn het eerst medegedeeld in *the Gentleman's Magazine*, Oct. 1790, en daaruit overgenomen in *the Philosophical Magazine*, Novemb. 1793, terwijl het verhaal, hoe de zamenstelling zijner achromatische lenzen eindelijk aan Dollond zoude zijn bekend geworden, te lezen is in eene verhandeling van Alexis Rochon, *Mémoire sur les verres achromatiques*, etc. *lu à l'Institut national*, en Floreal, an 9.

(2) Vijf jaren later, namelijk in 1762, is de eerste achromatische kijker hier te lande vervaardigd door Jan en Herman van Deyl te Amsterdam. Zie *Verhand. d. Haarl. maatschappij*, III. St. 2. p. 131.

lijkheid van het achromatiseren van lenzen door Dollond bewezen was, was het Euler, die de theoretische gronden ontwikkelde, waarop deze bewerking steunen moet (1).

Intusschen, alhoewel het gelukt was de chromatische aberratie in den verrekijker grootendeels op te heffen, zoo was het er nog verre af, dat men dezelfde handelwijze toepasselijk achtte op het mikroskoop. Integendeel, men wanhoopte aanvankelijk algemeen immer zulke kleine lenzen, als die welke tot voorwerpglazen in zamengestelde mikroskopen gevorderd worden, achromatisch te kunnen maken, en men ging, gelijk wij zagen, nog jaren lang nadat de verrekijker reeds van achromatische voorwerplenzen voorzien was, voort met het mikroskoop geheel op de oude wijze zamen te stellen, alleen met uitzondering van Dellebarre, wiens poging echter, om de achromatisatie in het oculair te verplaatsen, (verg. bl. 154) als geheel mislukt moet worden beschouwd.

Euler had evenwel geenszins de toepassing van de door hem ontwikkelde grondbeginselen op het mikroskoop vergeten. In 1774 gaf Nicolas Fuss, op aansporing van Euler, een werkje uit (2), waarin hij, ten dienste der makers van optische werktuigen, naar aanleiding der wiskundige stellingen in Euler's *Dioptrica*, zeer naauwkeurig de wijze beschreef, hoe de voorwerplenzen van verrekijkers moesten zamengesteld worden, om zoo goed mogelijk achromatisch te

(1) In zijne *Dioptrica* Petropoli 1771, doch nog vroeger in *Mémoires de l'Acad. de Berlin* 1766 en 1767, en in *Novae Coment. Acad. Petrop.* XVIII.

(2) *Instruction détaillée pour porter les lunettes au plus haut dégré de perfection, avec la description d'un microscope, qui peut passer pour le plus parfait dans son espèce, par* Nicolas Fuss, St. Petersbourg, 1774. Eene voorrede van Euler gaat het werkje vooraf.

zijn, en aan het slot de beschrijving gaf van een mikroskoop met eene achromatische voorwerplens.

Het blijkt echter, dat deze beschrijving niet naar een bestaand mikroskoop is gemaakt, maar veeleer alleen als een voorschrift te beschouwen is, waarnaar een achromatisch mikroskoop kon vervaardigd worden. Wij zien daaruit, dat het door Fuss bedoelde mikroskoop eene voorwerplens zoude hebben van $\frac{1}{7}$ duim doormeter en $\frac{1}{2}$ duim brandpuntsafstand, en zamengesteld zijn uit twee biconvexe crownglaslenzen met eene biconvexe flintglaslens daartusschen. Zoowel de brandpuntsafstanden als de krommingen der afzonderlijke lenzen worden naauwkeurig opgegeven. De oogglazen moesten van flintglas en biconvex zijn. De schrijver was van oordeel, dat men met dit mikroskoop nog bij eene 400malige vergrooting de heelden volkomen scherp zoude zien.

Het was eerst tien jaren later, dat door Aepinus (1) een mikroskoop werd vervaardigd, waarvan de voorwerplens uit flint- en crownglas bestond. Hetzelve had eenen brandpuntsafstand van niet minder dan 7 duim, en vergrootte niet meer dan 60 tot 70 maal, terwijl de lengte 3 voet bedroeg. Niet oneigenaardig noemde Adams (2) het eenen mikroskopischen verrekijker (3). Blijkbaar had de moeijelijkheid om kleine achromatische lenzen te vervaardigen Aepinus bewogen, om een voorwerpglas van zulk eenen verren brandpuntsafstand te bezigen; en bij de geringe ver-

(1) *Nova acta Acad. Petropol.* 1784. II. *Hist. p.* 41.

(2) L. c. p. 3.

(3) Zeer waarschijnlijk zal Aepinus ook wel gebruik gemaakt hebben van een objectief, dat oorspronkelijk voor eenen verrekijker bestemd was, en behoorde dus zijn werktuig tot de klasse derzulke, die reeds bl. 145 vermeld zijn, en waaraan Martin den naam van polydinamische mikroskopen gaf.

grooting, die zijn werktuig noodzakelijk bezitten moest, kon de uitslag zijner poging niet anders dan hoogst gebrekkig blijven. Ware achromatische objectieflenzen voor het mikroskoop zijn, voor zoo ver mij bekend geworden is, het eerst hier te lande vervaardigd, en wel door Jan en Herman van Deyl; doch alvorens een nader verslag te geven van de welgelukte pogingen van dezen, noem ik hier nog eenen anderen landgenoot, namelijk François Beeldsnijder (1), die zich omstreeks 1791 te Amsterdam met het vervaardigen van mikroskopen onledig hield, en werkelijk een mikroskopisch voorwerpglas, uit crown- en flintglas zamengesteld, tot stand bragt. Hetzelve bestaat uit drie lenzen, namelijk twee biconvexe crownglaslenzen, en eene biconcave flintglaslens tusschen deze beide. De brandpuntsafstand der eene crownglaslens is 22 millim., die der andere 19 millim., en der vereenigde drie lenzen 21 millim. De doormeter der lenzen be-

(1) Het toeval deed mij met de pogingen van dezen landgenoot bekend worden. Voor verscheidene jaren zag ik bij den heer O. W. Roelofs alhier, eene door dezen op eene verkooping gekochte kist, waarin zich een aantal mikroskopische werktuigen van allerlei soort bevonden. Daaronder was een zonnikroskoop naar de constructie van Martin, met de op de plaat gegraveerde woorden: Franeois Beeldsnijder à Amsterdam 1791; verders een zamengesteld mikroskoop, hoofdzakelijk naar dat van Dellebarre ingerigt, en bovendien eene groote menigte losse busjes, lenzen, zoowel groote als kleine, gedroogde voorwerpen, enzv., alles toenmaals in deerlijke wanorde doorecngemengd. Bij mijne pogingen om uit dezen chaos van glas en koper weder iets dat naar een bruikbaar mikroskoop geleek, te voorschijn te doen komen, vond ik het busje, hetwelk het achromatische stel lenzen bevatte, waarvan de beschrijving in den tekst is medegedeeld. Aan Jonkheer G. J. Beeldsnijder van Voshol ben ik de mededeeling verschuldigd, dat zijn oom Franeois Beeldsnijder Gerardszoon geboren werd in 1755 en stierf in 1808. Hij was kolonel van de Amsterdamsche ruiterij, lid van het comité van justitie aldaar, ontvanger van de begraafnissen van het St. Antonies kerkhof, en stond algemeen bekend als een liefhebber van natuur- en werktuigkunde, die een groot gedeelte van zijnen tijd met hunne praktische beoefening doorbragt.

draagt 6,3 millim., en hunne gezamelijke dikte iets minder dan 4 millim. Zij zijn goed geslepen en blijkbaar met zorg gecentreerd. Op zich zelve gebruikt geeft dit stel lenzen een net en scherp geteekend beeld, en als objectief in een mikroskoop van Amici aangewend bleek het mij inderdaad de voorkeur te verdienen boven eene enkelvoudige biconvexe lens van gelijken brandpuntsafstand, en vrij goed eene vergelijking te kunnen doorstaan met eene omstreeks 1824 waarschijnlijk door Tulley vervaardigde achromatische lens, welker brandpuntsafstand nagenoeg dezelfde, doch waarvan de openingshoek grooter is.

Ofschoon het nu niet kan ontkend worden, dat het door Beeldsnijder vervaardigde objectief verre is van gelijk te staan met de in de laatste jaren vervaardigde achromatische lenzen, nu men in hunne zamenstelling reeds zooveel ondervinding heeft opgedaan, en daardoor tot eene zekerheid en juistheid in de bewerking gekomen is, waaraan in den eersten aanvang, in weerwil der aanwijzingen van eenen Euler, niet kon gedacht worden, zoo blijkt toch uit het gezegde genoegzaam, dat onder hen, die getracht hebben het doel te bereiken, namelijk de vervaardiging van een achromatisch mikroskopisch voorwerpglas, Beeldsnijder inderdaad als een der eersten moet genoemd worden.

Eenige jaren later, namelijk van 1800 tot 1810, beproefde Charles te Parijs het vervaardigen van kleine achromatische lenzen. Zij worden bewaard in het physisch kabinet van het *Conservatoire des arts et metiers.* Chevalier zegt echter van dezelve, dat hunne kromming en centrering zoo vele gebreken bezitten, dat zij niet te gebruiken zijn (1).

(1) L. c. p. 51.

Veel beter slaagde onze Herman van Deyl, die in 1807 de beschrijving van het door hem vervaardigd achromatisch mikroskoop uitgaf (1). Reeds kort na de uitvinding van den achromatischen verrekijker, namelijk in 1762, had deze uitmuntende werktuigkundige, te zamen met zijnen vader Jan van Deyl, achromatische objectieven voor verrekijkers vervaardigd. Ook hielden beiden zich toen reeds onledig met het daarstellen van een achromatisch objectief voor een mikroskoop. » Wij berekenden," zegt van Deyl, » zeer naauwkeurig de bolronde gedaante voor zoodanig achromatieq microscoopglas van $\frac{3}{4}$ duim brandpunt. Ik maakte zeer naauwkeurig de kommetjes tot hetzelve, en sleep de glaasjes met de grootste oplettendheid, en monteerde dezelve in een spaan buisje met granatieljehout, in welk buisje een ander buisje met 2 oogglazen geschoven wierd, waarvan de schikking mede door ons berekend was." Iets verder laat hij volgen: » wij hadden reeds *destijds* het genoegen, dat alles aan onze verwachting beantwoordde." Zij hadden echter zooveel te doen met het maken van achromatische verrekijkers, dat hunne aandacht van het mikroskoop weder werd afgeleid, en wel te eerder, omdat zij van oordeel waren, dat in Engeland deze verbetering weldra algemeen zoude worden ingevoerd, zoodat zij het overbodig rekenden hunne pogingen wereldkundig te maken. Toen intusschen de oude van Deyl op 85 jarigen leeftijd in 1801 overleden was, en zijn zoon reeds in zijn 69ste jaar zijnde de lang verwachte verbetering nog niet zag opdagen, besloot de laatste nogmaals de hand aan het werk te slaan, en zijne pogingen gelukten

(1) *Natuurkundige verhandelingen van de koninklijke maatschappij der wetenschappen te Haarlem*, Amsterdam 1807. III. St. 2.

boven verwachting. Zijn mikroskoop werd voorzien van twee achromatische voorwerplenzen met wijde opening. De eene had eenen brandpuntsafstand van $1\frac{1}{10}$ duim (26 millim.), de andere van $\frac{3}{4}$ duim (18 millim). Aanvankelijk had hij de vergrooting door middel der oogglazen en uittrekking der buis slechts tot 80 maal gebragt, doch weldra bevond hij, dat zijne achromatische objectieven het gebruik van veel sterkere oculairen toelieten, en nu bragt hij, door een tweede afzonderlijk oculair, de vergrooting tot 150, zonder dat de beelden ophielden genoegzaam verlicht en scherp te zijn.

Bij dit door van Deyl zelven in 1807 van zijn mikroskoop gegeven verslag kan ik nog het volgende voegen, zijnde de uitkomst van het onderzoek van een door hem vervaardigd mikroskoop, hetwelk zich alhier op het physisch kabinet bevindt. Dit werktuig (z. Pl. V. fig. 3) komt in uitwendige gedaante geheel overeen met de afbeelding in de oorspronkelijke beschrijving van van Deyl. Ook zijn er twee achromatische lenzen bijgevoegd, welker brandpuntsafstanden ik gemeten, en bevonden heb te zijn de eene van 18 millim., de andere van 13 millim. Hieruit blijkt dus, dat van Deyl later zijne lenzen nog verbeterd heeft. De openingshoek dezer lenzen is van de minst vergrootende (N° 1) 14°, en der sterkst vergrootende (N° 2) 15°. Hunne dikte heb ik niet kunnen meten, uit hoofde van de te groote diepte der busjes, waarin zij bevat zijn. De vorm dezer achromatische voorwerplenzen is nagenoeg plano-convex, iets hol aan de platte zijde, en daarmede benedenwaarts gekeerd. Deze vorm en stelling der lenzen is zeer opmerkelijk, daar men toen en nog vele jaren later gewoon was de voorwerplenzen biconvex te maken, terwijl het eerst later algemeen erkend is, dat alleen plano-convexe lenzen met de platte zijde naar het

voorwerp gekeerd, de sphaerische aberratie tot een minimum brengen. Zelfs de lenzen in het mikroskoop van Selligue, waarover wij straks nader zullen handelen, waren nog met de bolle zijde naar beneden gewend. Ook maakt deze vorm der van Deylsche objectiefglazen het bijna zeker, dat zij niet uit drie lenzen, maar uit twee bestaan, eene biconvexe crownglaslens en eene plano-convexe (eigenlijk biconcave, met eene zeer geringe kromming der buitenste oppervlakte) flintglaslens, derhalve geheel op gelijke wijze zijn zamengesteld, als men zulks thans algemeen gewoon is te doen.

Verders behooren bij dit mikroskoop twee oculairen, elk van slechts één glas voorzien, zoodat hetzelfde collectiefglas, dat aan de verlengbuis van het mikroskoop is geschroefd, voor beiden dient. Alle deze glazen zijn biconvex, doch zoodanig, dat de naar het oog gekeerde oppervlakte eene zeer flaauwe kromming, de benedenwaarts gekeerde daarentegen eene sterkere heeft. Deze vorm is hun blijkbaar gegeven, om de aberratie door het oculair zoo gering mogelijk te maken.

De werktuiglijke inrigting van dit mikroskoop is hoogst eenvoudig, gelijk uit de afbeelding (Pl. V. fig. 5) blijkt, die geene eigenlijke verklaring behoeft. De lengte der buis van het mikroskoop is 16 centim., en, wanneer de verlengbuis geheel uitgetrokken is, 28 centim. De volgende metingen van het gezigtsveld en van de vergrootingen zijn gedaan voor eenen gezigtsafstand van 25 centim.

	Zonder verlengbuis.	Met de verlengbuis.
Lens 1 met oculair 1.	34	61
» » » » 2.	62	111
» 2 » » 1.	34	106
» » » » 2.	96	170

De grootte van het gezigtsveld is:

met oculair 1 145 millim.
» » 2 160 »

De helderheid en scherpte der beelden in dit mikroskoop zijn inderdaad zeer groot, en overtreffen verre die der vroegere niet achromatische. Met het tweede objectief en het tweede oculair, derhalve bij eene 96malige vergrooting, is de eerste groep op het Nobertsche plaatje duidelijk opgelost te zien, iets dat, met eene niet achromatische voorwerplens slechts bij eene driemaal sterkere vergrooting kan geschieden.

Doch de voortreffelijkheid der lenzen van van Deyl wordt eerst regt duidelijk, wanneer zij te zamen vereenigd als objectief gebruikt worden, schoon ik hier moet bijvoegen, dat het niet blijkt, dat hij zelf zulks werkelijk gedaan heeft. De met dit stelsel voortgebragte vergrootingen zijn de volgende:

	Zonder verlengbuis.	Met verlengbuis.
met oculair 1	76	136
» » 2	125	229

De scherpte der beelden is nu zoo groot, dat men zeer gemakkelijk de overlangsche streepen op de vleugelschubbetjes van *Pieris brassicae* kan onderscheiden, welke inderdaad tot de moeijelijkere proefvoorwerpen behooren. Van het Nobertsche plaatje wordt nu de derde groep behoorlijk in streepjes opgelost, en ook de vierde vertoont zich sterk gestreept. Dit heeft reeds plaats bij de geringste vergrooting (76 maal) en wordt, bij aanwending van het sterkere oculair en uittrekking der buis nog iets duidelijker. Vergeleken met een stelsel van twee achromatische lenzen van nagenoeg gelijke brandpuntsafstanden, in 1855 door Amici vervaardigd, bleken de lenzen van van Deyl voor deze niet te behoeven te wijken

Ook verdragen zij inderdaad nog sterkere oculairen, dan hij gebruikt heeft. Bij de aanwending van zulk een sterker oculair, dat de vergrooting tot 650 deed klimmen, is de helderheid nog vrij groot, schoon de randen der beelden te veel van hunne scherpte verloren hebben, om deze vergrooting bruikbaar te maken.

Uit dit een en ander volgt niet alleen, dat van Deyl zijne mikroskopen van werkelijk achromatische lenzen heeft voorzien, maar het zal bovendien blijken, dat van allen, die vóór het jaar 1825 hetzelfde doel hebben getracht te bereiken, niemand hem heeft op zijde gestreefd, terwijl zelfs het in dat jaar door Chevalier voor Selligue vervaardigde mikroskoop in verscheidene opzigten beneden dat van van Deyl stond.

Omstreeks 1811 (1) vervaardigde Frauenhofer te München mikroskopen met achromatische lenzen. Elk mikroskoop werd van vier zulke lenzen van verschillenden brandpuntsafstand voorzien. Zij waren biconvex en de sterkst vergrootende der vier lenzen had eenen brandpuntsafstand van $\frac{2}{5}$ duim (ongeveer 16 millim.) (2). Er werden twee verschillende oculairen bijgevoegd. De sterkste vergrooting bedroeg naar de bepaling van Jacquin niet meer dan 120 maal, terwijl volgens denzelfden daarmede van de streepjes op de vleugelschubbetjes eener kledermot geen spoor kon ontdekt worden, ofschoon deze zich reeds duidelijk met eene enkelvoudige lens

---

(1) Gewoonlijk wordt het tijdstip, waarop Frauenhofer zijne achromatische mikroskopen begon te vervaardigen in 1816 gesteld (z. Chevalier, l. c. p. 11), doch men vindt hen reeds vermeld in eene prijscourant opgenomen in Gilbert's *Annal.* Bd. XXXVIII. 1811. s. 347.

(2) Zie Doellinger, *Nachricht von einem Verbesserten Mikroskop*, 1829. p. 9.

van 60 malige vergrooting lieten onderscheiden (1). Frauenhofer (2) zelf zegt, dat hij met de sterkste vergrooting de op glas getrokken streepjes van $\frac{1}{713}''$ onderlingen afstand, slechts met moeite kon onderscheiden. Hieruit blijkt derhalve genoegzaam, dat de achromatische mikroskopen van Frauenhofer voor de reeds vroeger door van Deyl vervaardigde verre moesten onderdoen; want in de eerste groep van het Nobertsche proefplaatje, welke daardoor gemakkelijk wordt opgelost, bedraagt de onderlinge afstand der streepjes $\frac{1}{1000}'''$

Brewster (3) sloeg in 1815 eenen geheel anderen weg in ter achromatisatie der mikroskopen. Hij bezigde als voorwerpglas eene biconvexe lens van crownglas, welker naar boven gekeerde oppervlakte eene aanmerkelijk sterkere kromming dan de onderste oppervlakte had. Deze laatste werd dan gedurende het onderzoek gebragt in eene het licht sterk brekende olie, zoo als kaneel- anijs- sassafrasolie enzv., waarin zich te gelijker tijd het voorwerp bevond. Het is echter duidelijk, dat dit hulpmiddel, hoe vernuftig overigens uitgedacht, slechts in zeer weinige gevallen werkelijk aanwendbaar is.

Ook stelde Brewster voor achromatische bollen te vervaardigen door de ruimte *a* (Pl. V. fig. 4) tusschen twee biconvexe lenzen *b* en *c* te vullen met een vocht, dat hier de plaats van het flintglas moest vervangen. Achter de eene lens kon dan nog een hol metalen spiegeltje *d e* worden geplaatst, om bij de verlichting met opvallend licht te die-

(1) Moser, *Anleitung zum Gebrauch des Mikroskops*, p. 26.

(2) In eene verhandeling over de buiging des lichts, Gilbert's *Ann. der Phys.* 1823. Bd. LXXIV. s. 350.

(3) *New Instruments*, p. 401.

nen, met eene opening in het midden om de lichtstralen door te laten. Ook deze voorslag schijnt echter nimmer tot de uitvoering geraakt te zijn.

Nog minder gelukkig dan de reeds genoemden, slaagde in 1821—1825 Domet in Frankrijk, daar zijne achromatische lenzen eenen doormeter van 12 millim., en eenen brandpuntsafstand van 40—50 millim. hadden, en derhalve als mikroskopische voorwerpglazen bezwaarlijk anders dan tot het voortbrengen van zeer geringe vergrootingen konden worden aangewend (1).

Omstreeks denzelfden tijd (1824) vervaardigde ook Tulley in Engeland, onder de leiding van Goring achromatische objectieven van 22 millim. brandpuntsafstand met eenen openingshoek van 18° (2).

In Italie had zich Amici te Modena reeds sedert 1815 op de vervaardiging van achromatische objectieflenzen toegelegd, maar zijne eerste pogingen schijnen geenen gunstigen uitslag gehad te hebben, zoodat hij er toen weder van af

---

(1) Chevalier, l. c. p. 11.

(2) Pritchard, *Microscop. Illustr.* p. 43. Bij een Dollondsch mikroskoop, hetwelk zich hier op het kabinet bevindt, en welks vervaardiging uit dit tijdperk dagteekent, behooren twee achromatische lenzen, die eenen brandpuntsafstand hebben van 24 millim., eenen doormeter van 13 millim. en eene dikte van niet minder dan 7 millim. Zij zijn biconvex en bestaan dus uit twee crownglaslenzen met eene daartusschen geplaatste holle flintglaslens. Daar zij nagenoeg volkomen beantwoorden aan de beschrijving welke van de Tulleysche lenzen gegeven wordt, en zijne landslieden (Pritchard, l. c., Quekett, *Treatise*, p. 36) getuigen, dat hij de eerste in Engeland geweest is die zulke lenzen maakte, zoo vermoed ik dat de zoo even genoemde lenzen nietvan Dollond zelven maar van Tulley zijn, te meer daar het bekend is dat de eerste zich in lateren tijd niet met de vervaardiging van mikroskopen heeft onledig gehouden, ofschoon er wel werktuigen onder zijnen naam, maar door anderen gemaakt, door hem in den handel gebragt worden.

zag, en het katadioptrisch mikroskoop vervaardigde, dat wij later zullen moeten vermelden.

Ook een landgenoot van hem, Bernandino Marzoli te Brescia, vervaardigde in dien tijd achromatische objectieflenzen voor mikroskopen, waarvan mij echter niets naders is bekend geworden (1).

Indien wij nu de pogingen tot dien tijd toe in het werk gesteld, om het mikroskoop achromatisch te maken, overzien, dan blijkt al spoedig, dat zij minder hadden opgeleverd, dan men het regt meende te hebben daarvan te verwachten. Het voornaamste, dat men gewonnen had, was dat men de opening der voorwerplens grooter kon maken, waardoor meer licht werd toegelaten; maar dit bepaalde zich enkel en alleen tot die gevallen, waar eene weinig beduidende vergrooting voldoende was. De oorzaak van dezen gebrekkigen uitslag moet in twee omstandigheden worden gezocht. Vooreerst de moeijelijkheid om achromatische lenzen van een kort brandpunt te vervaardigen. Van de tot dien tijd toe vervaardigde achromatische lenzen hadden die van van Deyl den kortsten brandpuntsafstand, namelijk 13 millim., beantwoordende aan eene vergrooting van ongeveer 19 maal, terwijl men bij de oudere mikroskopen objectieven van 3—2 millim. brandpuntsafstand bezigde, die dus op zich zelve reeds den diameter 80—100 maal vergrootten. Wilde men derhalve met achromatische voorwerplenzen eenigzins aanmerkelijke vergrootingen verkrijgen, dan moesten deze in de oculairen worden gezocht, en hier ontmoette men weldra

(1) Giovanni Santini, die dit mededeelt in zijne *Teorica degli stromenti ottici*. Padova, 1828. p. 187, noemt Marzoli eenen » *ottico diligente ed ingegnoso.*"

eene grens, welke men niet overschrijden kon, zonder de omtrekken der beelden te veel van hunne scherpte te doen verliezen. Ten tweede was door het achromatiseren der lenzen nog geenszins de sphaerische aberratie weggenomen, welker uitwerkselen bij het gebruik van sterker oculairen des te meer in het oog vielen. Inderdaad moet men erkennen, dat, indien de achromatische zamengestelde mikroskopen in dien toestand gebleven waren, dan zouden zij nimmer met goed gevolg hebben kunnen wedijveren met de enkelvoudige lenzen, welke in alle die gevallen, waar een naauwkeurig onderzoek vereischt werd, dan ook door de beste waarnemers, Brown, Treviranus enzv., nog steeds bij voorkeur gebruikt werden. Ook gingen de meeste instrumentmakers voort met het zamengesteld mikroskoop naar de oude constructie te vervaardigen, terwijl Coddington (1) zijne uitgegroefde lenzen, waarover reeds vroeger (bl. 70) gesproken is, doch die verre waren van achromatisch te zijn, ook bij het zamengesteld mikroskoop als objectieven aanwendde, tevens, in stede van twee biconvexe ooggiazen, een oculair bezigende, dat uit twee paren van tegen elkander geplaatste lenzen bestond, van welke de beide onderste plano-convex waren, met de vlakke zijden bovenwaarts gekeerd, terwijl het bovenste paar door eene biconvexe en eene plano-convexe lens gevormd werd. Maar, ofschoon door deze inrigting de sphaerische aberratie eenigzins werd verminderd, zoo bleef echter de chromatische afwijking geheel onverbeterd.

412. Allengs begon echter een helderder dageraad aan te breken. In 1824 bood Selligue aan de Akademie te Parijs

(1) *Treatise on the Eye and optical Instruments.* p. 58. *Cambr. Phil. transact.* III. p. 421.

een mikroskoop aan, hetwelk volgens zijne aanwijzingen en onder zijn toezigt door Vincent en Charles Chevalier vervaardigd was (1). Fresnel gaf als rapporteur uit naam eener commissie daarvan een verslag (2), waarnit blijkt, dat dit mikroskoop werkelijk beter was dan al diegene, welke men tot daartoe met achromatische voorwerpglazen vervaardigd had. Evenwel was het er nog verre af, dat men reeds geslaagd zoude zijn om achromatische lenzen van korten brandpuntsafstand te vervaardigen. Die, waarvan het mikroskoop van Selligue voorzien was, bestonden uit eene biconvexe lens van crownglas en eene plano-convexe van flintglas, zij hadden eenen brandpuntsafstand van niet minder dan 37 millim., eenen doormeter van 12 millim. en eene dikte van 4 millim. Doch de hoofdverbetering bestond daarin, dat men verscheidene dezer dubbellenzen op elkander kon schroeven, en op die wijze het tweevoudige voordeel verkreeg, eensdeels van de vergrooting te versterken, anderdeels de uitwerking der sphaerische aberratie te verminderen. Deze laatste bleef echter nog steeds in aanmerkelijken graad bestaan, omdat noch Selligue, noch Chevalier op het denkbeeld gekomen waren (hetgeen echter van Deyl reeds gedaan had) om de lenzen met den platten kant benedenwaarts te keeren. Inzonderheid bij eenigzins aanmerkelijke vergrooting werd dit gebrek zeer merkbaar. De vergrooting werd op drie verschillende wijzen verkregen; voorcerst door het uittrekken der buis, waarin het oculair bevat was, ten tweede door het vermeerderen van het getal der op elkander geschroefde objectieven, en ten derde door boven deze laatsten in de buis een bieoncaaf glas te plaatsen. De

(1) Chevalier, l. c. p. 52.
(2) *Annales des sc. natur.* 1824. p. 315.

sterkste vergrooting was 1200 maal, doch reeds bij eene 500 malige was het daglicht ter verlichting niet meer voldoende, en moest men eene Argandsche lamp gebruiken. Voor de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen was aan dit mikroskoop een drichockig prisma met bolvormige oppervlakten aangebragt, terwijl, om bij doorvallende verlichting het overtollige licht af te sluiten, in stede van den tot daar toe meer gebruikelijken hollen kegel, eene ronddraaijende schijf, die van gaten van verschillende grootte voorzien was, onder de voorwerptafel was geplaatst (1).

Het kan niet betwijfeld worden, of met de uitvoering van dit mikroskoop was een belangrijke stap voorwaarts gedaan. Het beginsel om een stelsel te bezigen uit meer dan éene achromatische lens bestaande, een beginsel, waaraan onze tegenwoordige mikroskopen voor een groot deel hunne meerdere volkomenheid te danken hebben, werd het eerst op hetzelve toegepast. Bovendien moest de gunstige uitslag der aangewende pogingen strekken, om den moed te verlevendigen, en het vooruitzigt te doen geboren worden, dat men door volharding eindelijk het doel bereiken zoude.

Inderdaad ging Charles Chevalier op het reeds met zulk een goed gevolg betreden spoor ijverig voort, en het gelukte hem nog in hetzelfde jaar eene achromatische lens tot stand te brengen, die eenen brandpuntsafstand van 8 millim., eenen doormeter van 4 en eene dikte van 2 millim. had. Bovendien schijnt hij de eerste geweest te zijn (2),

---

(1) Wij hebben gezien (bl. 49), dat deze inrigting reeds bij een der enkelvoudige mikroskopen van Joh. Musschenbroek werd aangetroffen.

(2) Volgens Quekett, l. c. p. 39, zoude het Lister geweest zijn, die het eerst in 1829 op het denkbeeld kwam om canadabalsem tusschen de lenzen te brengen. Doch, hoe dit zij, zeker is het, dat dit denkbeeld

die tusschen de flint- en crownglaslenzen canadabalsem bragt, waardoor de terugkaatsing bij den doorgang der lichtstralen werd weggenomen, en derhalve de helderheid toenam (1). Een van dergelijke lenzen voorzien mikroskoop bood hij in het begin van 1825 aan de *Société d'Encouragement* aan. Het daarover uitgebragte berigt luidde zeer gunstig (2).

Door het goede gevolg der pogingen van Selligue en Chevalier opgewekt, vatte Amici te Modena het vroeger gestaakte werk op nieuw op, en ditmaal met den besten uitslag. Twee jaren later (1827) bragt hij zijn horizontaal achromatisch mikroskoop naar Parijs. De daarbij behoorende achromatische dubbellenzen hadden ieder eenen brandpuntsafstand van 12 millimeters. Drie derzelve boven elkander geschroefd, en met den platten kant benedenwaarts gekeerd, vormden het objectief. De verschillende vergrootingen werden verkregen door verwisseling der oculairen, welker planoconvexe lenzen met den platten kant bovenwaarts gekeerd waren. Het gevolg dezer stelling der objectief- en oculairglazen was, dat ook de spaerische aberratie grootendeels overwonnen

---

reeds veel vroeger bij de objectieven van verrekijkers verwezenlijkt was. In 1774 toonde Rochon aan, dat men, door water tusschen de lenzen te brengen, hunne gezamelijke uitwerking veel verbeterde. Grateloup stelde in 1783 daarvoor een mastikvernis in de plaats, en verscheidene achromatische objectieven werden aldus naar zijne aanwijzing door Putois vervaardigd. Eindelijk verving Rochon in 1801 het mastikvernis door zeer doorschijnende en vlocibare terpenthijn. Zie Rochon, *Mém. sur les verres achromatiques. Mem. de l'Institut*, floreal an 9 p. 12.

(1) Chevalier, l. c. p. 53.

(2) Chevalier gaf aan dit mikroskoop den naam van *microscope d'Euler*, eene benaming welke echter zeer onjuist was, daar deszelfs optische zamenstelling in geenen deele met die van het door Euler (z. bl. 167) voorgeslagen achromatische mikroskoop overeenkwam.

werd, zoodat het mikroskoop niet alleen achromatisch, maar ook aplanatisch was geworden. Bovendien had Amici een regthoekig glazen prisma boven het objectief in de buis gebragt, waardoor de stralen, die van het voorwerp kwamen, onder eenen regten hoek werden teruggekaatst (verg. Dl. I. bl. 250), zoodat de buis, waaraan de oculairen geschroefd werden, eene horizontale stelling had (1).

415. Wij zijn thans genaderd tot het laatste tijdperk der geschiedenis van den ontwikkelingsgang van het zamengesteld mikroskoop. Wel heeft hetzelve gedurende dit tijdperk nog gewigtige verbeteringen ondergaan, doch de weg daartoe was nu gebaand, en de wedijver, die weldra ontstond tusschen een groot aantal vervaardigers van mikroskopen in onderscheiden landen heeft zeer veel toegebragt tot die verdere volmaking. Het zal daarom noodig zijn nu afzonderlijk stil te staan bij de voornaamsten hunner, en hunne werktuigen te beschrijven, om daaruit vervolgens den tegenwoordigen toestand van het zamengesteld mikroskoop in het algemeen op te maken, en te onderzoeken in hoe verre men grond heeft te hopen, dat dit werktuig nog voor toekomstige volmaking vatbaar is.

De eerste, die hier de rij moet openen, is Charles Chevalier (2). Hem komt deze plaats toe, omdat men, gelijk wij zagen, aan hem en zijnen vader Vincent de zamenstelling der eerste achromatische objectiefstelsels verschuldigd is.

---

(1) Newton had reeds in 1772 van zulk een regthoekig glazen prisma in zijn teleskoop gebruik gemaakt. Zie Brewster, *The Life of Sir Isaac Newton*, London 1831, p. 312.

(2) Zijne woonplaats is: *Palais Royal, Galerie de Valois* N°. 163 te Parijs.

Chevalier vervaardigt onderscheiden soorten van zamengestelde mikroskopen, waarvan het meest volledig ingerigt is zijn *microscope universel* (1). Dit mikroskoop is afgebeeld in Pl. V. fig. 3. De stam *cc* wordt vastgeschroefd op het kistje *a*; *d* is een horizontale vierkante staaf, welke met den stam door de scharnier *e* verbonden is, en waaraan de vierkante van achteren getande staaf *f* is bevestigd. De spiegel *h* is aan de eene zijde hol, aan de andere vlak; *n* is de gerande knop, door welks draaijing de spiegel langs de staaf *f* op en nedergaat.

De door schroeven beweegbare voorwerptafel *z* is bevestigd aan den vierkanten koker *p*, die zich door draaijing van den geranden knop *o* op en neder beweegt; voor de fijne instelling dient de schroef *q*.

Het mikroskoopligchaam *r* is in twee rigtingen beweeglijk, namelijk horizontaal op het stuk *a'*, en vertikaal door de scharnier *b'*. Binnen in de buitenste buis glijdt eene tweede, welke door de getande stang en het rad *u* in en uit wordt geschoven. Op deze binnenste buis is eene verdeelde schaal aangebragt. Bij *v* bevindt zich de korte aan haar einde gesloten buis, waarin het regthoekig glasprisma bevat is. Deze buis is met de buis *r* door eene bajonetverbinding vereenigd. Aan het buisje *x* worden de objectiefstelsels geschroefd; *ij* is eene platte zwartgemaakte schijf van eene opening voorzien, waarin het oculair *s* past, dienende om het oog voor regtstrecks invallend licht te beschermen.

---

(1) Het model van dit mikroskoop is oorspronkelijk ontleend aan het horizontale mikroskoop van Amici, en vroeger bragt Chevalier het ook in den handel onder den naam van *microscope* d'Amici. Later heeft hij er echter verscheidene wijzigingen aangebragt, die in den tekst vermeld zijn.

In de afgebeelde houding ziet men in eene horizontale rigting door dit mikroskoop. Deze kan echter ook in eene vertikale worden veranderd door het ligchaam regtop te plaatsen, door middel der scharnier c', en vervolgens het gedeelte vx te verwijderen, waarvoor dan eene andere (niet afgebeelde) objectiefbuis wordt in plaats gebragt.

Hetzelfde gedeelte vx kan ook bovenwaarts worden gekeerd, zoodat de objectiefbuis in de houding komt als in fig. 6 en 7. Dit heeft ten doel om, zonder gevaar voor de objectieflenzen, verschillende chemische bewerkingen op de voorwerptafel te verrigten. Wij zullen hierop in een volgend hoofdstuk terugkomen.

Bij dit mikroskoop behooren drie lenzenstelzels, vier Huygensche oculairen, eene camera lucida, een terugkaatsende spiegel voor de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen, en verscheidene andere bij het onderzoek bruikbare werktuigen. Het geheel kost, volgens eene prijscourant van 1842, 1000 francs (*f* 476).

Chevalier vervaardigt ook nog een kleiner *microscope universel*, waarvan de inrigting eenigzins afwijkt van het vorige, hoofdzakelijk daarin, dat het geheele mikroskoopligchaam met voorwerptafel en spiegel bovenwaarts kan gekeerd worden, enkel door draaijing om eene as aan den top van den stam, terwijl het bovendien in een enkelvoudig mikroskoop kan worden veranderd. Dit mikroskoop kost 550 francs (*f* 167).

Verders worden door hem ook zamengestelde mikroskopen van nog eenvoudiger inrigting vervaardigd, zonder glasprisma (1) voor de horizontale stelling, kostende 100 tot 250 francs (*f* 48 — *f* 119), al naar gelang van het meerder of

(1) Chevalier is ook de eerste geweest, die, op het verlangen van Mirbel, een mikroskoop voorzag van een glasprisma, waarmede men onder eenen hoek van 45° in de buis ziet.

minder getal der daarbij verlangde achromatische lenzen, doubletten, enzv. Ik acht het overbodig deze allen even uitvoerig als het eerstgenoemde werktuig te beschrijven.

Belangrijker is de beantwoording der vraag, in hoe verre Chevalier zijnen ouden welverdienden roem in den laatsten tijd heeft staande gehouden.

Ik ben in de gelegenheid geweest verscheidene Chevalier-sche mikroskopen te zien en daarmede waarnemingen te doen. Wat de uitvoering van hunnen werktuiglijken toestel betreft, zoo verdient deze allen lof, en kunnen zijne werktuigen in dit opzigt wedijveren met die, welke uit de beste werkplaatsen komen. Eenigzins anders is het gelegen met hun optisch gedeelte; het is mij voorgekomen dat Chevalier zich ten dien aanzien door sommigen, die later het door hem aangewezen spoor betreden hebben, heeft laten voorbijstreven.

De uitkomsten van het onderzoek van een door hem in 1840 vervaardigd mikroskoop, waarbij drie lenzenstelsels behooren ieder uit drie achromatische dubbellenzen bestaande, waren de volgende:

Objectiefstelsels.	Brandpuntsafstanden der aequivalente lenzen (1).	Oculairen.	Vergrootend vermogen.	Nobert's proefplaatje.
N°. 1.	9,27 millim.	N°. 1.	196.	1ste groep opgelost.
» »	» »	» 2.	325.	2de groep opgelost.
» 2.	4,15 »	» 1.	420.	5de groep opgelost.
» »	» »	» 2.	700.	Dezelfde.
» 3.	2,06 »	» 1.	882.	7de groep opgelost.
» »	» »	» 2.	1500.	Dezelfde.

(1) De brandpuntsafstanden der aequivalente lenzen zijn hier, en in alle verder mede te deelen gevallen, bepaald op de wijze beschreven in Dl. I, § 116.

Hieruit blijkt, dat Chevalier reeds voor eenige jaren objectiefstelsels van zeer korten brandpuntsafstand had tot stand gebragt, doch tevens, dat deze niet dien graad van aplanatisme bezaten, die door sommige andere vervaardigers van mikroskopen reeds in dien tijd was bereikt. Dat echter ook Chevalier later nog eenige vorderingen gemaakt heeft is mij gebleken uit het onderzoek van een zijner kleinere mikroskopen, in 1844 vervaardigd, waarbij twee stelsels behooren van 5,72 en 5,18 millim. brantpuntsafstand, met welk laatste, bij eene 508 malige vergrooting, zich nog de 6de groep van Nobert laat oplossen.

Het was te verwachten, dat de gunstige uitslag van de pogingen der beide Chevalier's weldra anderen zoude uitlokken om mede hunne krachten te beproeven. In Parijs waren hunne eerste navolgers Trécourt, Bouquet en Georges Oberhaüser, en het gelukte aan hunne vereenigde pogingen in 1850 mikroskopen tot stand te brengen, die werkelijk de Chevaliersche (waarvan er hun één tot model had gestrekt) op zijde streefden (1), terwijl hun bovendien de eer toekomt van te hebben ingezien, dat, zoude de nieuwere verbetering der mikroskopen inderdaad vruchtdragend voor de wetenschap en hare beoefenaars zijn, de werktuig-

(1) Eenige jaren later ontstond er een pennestrijd over de betrekkelijke deugdzaamheid hunner mikroskopen, uitgelokt door eenige artikelen geschreven door Saigey in het *Feuilleton* van den *National* Aout 1835, ter aanprijzing der mikroskopen van Trécourt. Zij werden beantwoord door Ch. Chevalier, en later zoowel de opstellen van Saigey als van Chevalier door den laatsten te zamen uitgegeven onder den titel van: *Notes rectificatives pour servir à l'histoire des microscopes.* Paris 1835, waarin verscheidene bijzonderheden over de eerste vervaardiging van achromatische mikroskopen te Parijs te vinden zijn.

lijke inrigting zoo eenvoudig mogelijk moest wezen, ten einde de geringere prijs ook min gegoede natuuronderzoekers zoude veroorlooven zich een voor de meeste waarnemingen bruikbaar werktuig aan te schaffen. Inzonderheid is het Oberhaüser (1), die, na zich in lateren tijd van de beide eersten te hebben gescheiden, en nu sedert verscheidene jaren op zich zelf werkende, zich in dit opzigt hoog verdienstelijk heeft gemaakt. Ook is er wel geen onder de thans levende vervaardigers van mikroskopen die hem evenaart in het getal van geleverde werktuigen, hetwelk op het laatst van het vorige jaar (1848) reeds 1550 bedroeg.

Wij willen eerst hunne werktuiglijke inrigting beschrijven en vervolgens hun optisch vermogen toetsen.

Onder den naam van *grand microscope achromatique* heeft Oberhaüser tot voor korten tijd een werktuig vervaardigd, hetwelk in verscheidene opzigten verschilt van den algemeenen vorm der vroegere mikroskopen, vooral door den voet, welke (z. Pl. VI. fig. 2) (2) bestaat uit eenen zwaren met lood gevulden trommel *aa*, waarop eene korte doch wijde cylindrische buis *bb* is geschroefd, die van voren eene vierkante opening heeft. De groote ronde voorwerptafel kan om hare as worden rondgedraaid, doordien de daarmede verbonden schijf *r* zich in eene ronde opening van de bovenwand der buis *bb* beweegt. In de voorwerptafel bevindt zich, gelijk met den rand, eene zwarte mat geslepen glazen schijf, welke geheel effen is, schoon er twee veerklemmen tot het vasthouden der voorwerpen in daarvoor bestemde openingen

(1) Georges Oberhaüser is te Ansbach geboren. Zijne tegenwoordige woonplaats is: *Place Dauphine* N°. 19 te Parijs.

(2) Deze figuur, aan v. Mohl ontleend, stelt het mikroskoop vlak van voren gezien voor.

kunnen geplaatst worden. Op een zijdelings verlengsel van de voorwerptafel is de ronde holle zuil *d* vastgeschroefd. Zij sluit naauwkeurig in de buis *e*, welke door eene sterke spiraalveer, die in de holte der zuil *d* bevat is, en tegen het door den knop *k* gesloten boveneinde der buis *e* stuit, in de hoogte wordt gedrukt. In dezen knop *k* is de fijne schroef *i* bevestigd, waarvan het andere einde onder de voorwerptafel uitkomt, en aldaar van eenen geranden knop *l* voorzien is, waarin eene moerschroef is gesneden. Door deze om te draaijen wordt de schroef en met haar de buis *e* en tegelijk de daaraan bevestigde mikroskoopbuis benedenwaarts getrokken, terwijl bij terugdraaijing der moerschroef deze deelen door de spiraalveer naar omhoog worden gedreven. Aan de bewegingen der moerschroef is daardoor eene grens gesteld, dat in haar binnenste eene kleine holte is, waarin het einde der schroef steekt, op welk einde eene kleine schijf *m* is geschroefd, die verhindert, dat de moer van de schroef kan worden afgeschroefd, en omgekeerd, dewijl zij op den bodem der holte stuit, het te diepe benedenwaarts schroeven der schroef belet. De draaijing van de buis *e* in eene horizontale rigting om de zuil *d* is daardoor verhinderd, dat een gedeelte der laatste *k* is uitgesneden en door de schroeven *g g* aan de omgevende buis bevestigd, en derhalve als schuiver werkend alleen eene beweging in loodregte rigting veroorlooft. Aan de buis *e* is, door middel van den arm *f*, de ter zijde opengesnedene en daardoor veerende buis *n* bevestigd, waarin zich de mikroskoopbuis *o* laat op en neder schuiven.

De verlichtingstoestel bestaat uit de volgende deelen. Tegenover de buis *b b* staat de enkel om zijne horizontale as door de naar buiten uitstekende knop *u* draaibare spiegel, aan de eene zijde vlak, aan de andere hol, en wel op zulk

eenen afstand van de voorwerptafel, dat een daarop geplaatst voorwerp juist in het brandpunt des spiegels ligt. In de opening der tafel is eene buis p geplaatst, waarin zich eene tweede buis q laat op en neder schuiven, welke bestemd is om diaphragmata op te nemen, bestaande uit een kort buisje a' van onderen open en met eene opening van verschillende wijdte in den overigens gesloten bovenkant. De buis q eindigt van onderen in eenen horizontaal naar buiten uitpuilenden rand, welke gevat is in eene holte van den ring s, welke op eenen hefboom t rust, wiens rustpunt in v is, waardoor de buis q en met haar de diaphragmata in de buis p hooger en lager kunnen gesteld worden, zoodat de lichtbundel, die van den spiegel komt, daardoor vernaauwd en verbreed worden kan.

Dit gestel levert ontegenzeggelijk groote voordeelen op voor het praktisch gebruik van het mikroskoop. In de eerste plaats belet de zwaarte van den voet het mogelijke omkantelen van het werktuig, en bevordert zij tevens de stevigheid van het geheel. Verders is de hoogte van het oculair boven de tafel zoo, dat iemand van gewone gestalte zittende kan arbeiden, iets, dat bij eenigzins langdurige onderzoekingen geenszins te versmaden is. Ook is de groote voorwerptafel in vele gevallen voordeelig, terwijl eindelijk de middelen tot het brengen van het mikroskoop op den juisten afstand van het voorwerp allezins doelmatig en vernuftig uitgedacht zijn. Dit kan slechts in mindere mate gezegd worden van den verlichtingstoestel, bepaaldelijk van den spiegel, welks beperkte beweging alleen voor centrische, maar niet voor excentrische verlichting geschikt is.

Oberhaüser zelf heeft dit gebrek ingezien, en in het vorige jaar in het zoo even beschreven gestel eenige belang-

rijke wijzigingen gemaakt, waardoor alle de vroegere voordeelen behouden zijn, en tevens in het bestaande gebrek voorzien is. Dit nieuwe mikroskoop is, van ter zijde in perspectief gezien, afgebeeld in Pl. VI. fig. 3.

In de plaats van den met lood gevulden trommel heeft hij eenen zwaren koperen hoef *abc* gesteld, op welks achtergedeelte zich regtstandig het korte zware van onderen breed uitloopende stuk *d* verheft, in welks middengedeelte zich eene sleuf *ef* bevindt. In deze sleuf glijdt een vierkant stuk in verband met den knop *g;* aan de voorzijde der sleuf is dit stuk verbonden met de kruk *h*, die er in eene vertikale rigting om draaijen kan, zoodat nu de hieraan bevestigde spiegel *i* alle gevorderde stellingen kan aannemen en hooger of lager gesteld worden. Bij deze nieuwe inrigting verviel ook de noodzakelijkheid van den vroegeren hefboom voor het op- en neder bewegen der diaphragmata, hetgeen nu, daar de voorwerptafel geheel vrij is, zeer gemakkelijk met de hand geschiedt. Het diaphragma *a* wordt geplaatst in de buis *p* (zie de afbeelding hiervan bij *A* in doorsnede), die op hare beurt in eene ronde opening van het vierkante stuk *q q* schuift, hetwelk schuins afgesneden kanten heeft, die passen in eene wijde zwaluwstaartvormige sleuf *r r* onder de voorwerptafel. Voor de verwijdering hieruit dient de knop *s*, welke met het vierkante stuk *qq* verbonden is, en waardoor men ook de opening van het diaphragma iets buiten de as van het werktuig kan stellen, zoodat de schaduw van den rand in het gezigtsveld valt, iets dat in sommige gevallen zijn nut heeft.

Ook de voorwerptafel heeft eenige verandering ondergaan; zij is hier vierkant met eenen doormeter van ongeveer 10 centim., en in plaats van de zwarte glasplaat wordt eene koperen schijf, die, even als de geheele voorwerptafel, dof

zwart gemaakt is, in de groote cirkelvormige holte der tafel gelegd, waarna deze dan eene geheel effene oppervlakte heeft, alleen met eene kleine ronde opening in het midden.

Het overige van den vroegeren toestel: de tegelijk met het ligchaam des mikroskoops ronddraaijende beweging der voorwerptafel, de zuil met de schroef en de spiraalveer, alsmede de breede arm, die de mikroskoopbuis draagt zijn, onveranderd gebleven. Alleenlijk bestaat de mikroskoopbuis uit twee buizen, waarvan de bovenste *v* in de onderste *w* op en neêr schuift, ter verlenging óf verkorting van den afstand tusschen het oculair en het objectief. Wanneer de binnenste buis uitgetrokken is, bedraagt de hoogte van het oculair boven de tafel 56 centim., en, is zij geheel ingeschoven, 50 centim., zoodat men met het grootste gemak zittende arbeiden kan.

Door deze veranderingen is het gestel van het groote Oberhaüsersche mikroskoop werkelijk veel verbeterd, en, alhoewel wij er nog verscheidene zullen te vermelden hebben, die het in sierlijkheid van vorm, in kunstmatigheid der bewegingen, en in velerlei gemakken voor den weinig geoefenden overtreffen, zoo ken ik er echter geen, waaraan ik boven dit de voorkeur zoude geven, wanneer het er op aankomt, niet eens van tijd tot tijd, gedurende eenige weinige oogenblikken door het mikroskoop te zien, maar er dagelijks eenige uren lang mede te arbeiden. Het eenige dat mij voorkomt nog aan den verlichtingstoestel te ontbreken, doch hetgeen er gemakkelijk aan kan worden toegevoegd, zoo als ik dit ook aan het door mij gebruikte werktuig heb gedaan, is eene plano-convexe lens van 1 of 1,5 centim. brandpuntsafstand in de buis *p* onder het diaphragma geplaatst, ten einde aldus eenen verlichtingstoestel te hebben, die veroorlooft de

lichtstralen, door den spiegel teruggekaatst, naar willekeur paralel, divergerend of convergerend te maken, waarvan de grondbeginselen in Dl. I. § 195 ontwikkeld zijn.

Behalve dit groote mikroskoop vervaardigt Oberhäuser nog twee andere kleinere gestellen voor zamengestelde mikroskopen.

Het eerste dezer kleinere mikroskopen komt in vorm en zamenstelling na overeen met het grootere werktuig. Het heeft echter eenen geringeren omvang, en de voorwerptafel is onbewegelijk. In bruikbaarheid doet overigens dit gestel slechts weinig voor het grootere onder.

Het kleinste Oberhaüsersche mikroskoopgestel verschilt van de beide vorigen, en komt over het geheel na overeen met dat, hetwelk op Pl. V. fig. 8 is afgebeeld (1). Alleenlijk wordt het niet op het kistje geschroefd, maar heeft een eigen schijfvormig met lood gevuld voetstuk, terwijl bovendien in plaats van het rondsel eene fijne schroef onder de voorwerptafel voor de juiste instelling dient. Onder de voorwerptafel bevindt zich een draaijend diaphragma met drie openingen. Dit gestel, ofschoon uit hoofde van de geringere ruimte der voorwerptafel voor sommige onderzoekingen minder geschikt dan de vorige, beveelt zich echter aan door de

(1) Het in die figuur afgebeelde is een der kleine mikroskopen van Lerebours. Deze soort van mikroskoopgestellen, welke thans, uithoofde hunner goedkoopheid, van allen de meest verbreide zijn, is haar eerste ontstaan verschuldigd aan het in 1739 vervaardigde *pocket-microscope* van Martin, en van dien tijd af aan door verschillende makers voor hunne minder kostbare mikroskopen gebruikt, altijd echter met aanbrenging van eenige wijzigingen en meer of minder belangrijke verbeteringen, namelijk na Martin door Brander, na dezen door Frauenhofer, vervolgens door Trécourt en Oberhaüser, terwijl het voorbeeld van dezen thans door een aantal andere fransche en duitsche vervaardigers van mikroskopen gevolgd wordt.

groote eenvoudigheid en de mindere kostbaarheid, welke hiervan het gevolg is, terwijl bovendien het getal der waarnemingen, die daarmede op eene even voldoende wijze als met het grootere werktuig kunnen verrigt worden, zeer aanzienlijk is in verhouding tot de weinige, waartoe eene ruimere voorwerptafel met ronddraaijende beweging en een volledigere verlichtingstoestel volstrekt gevorderd worden.

Van veel meer belang dan het bezit van dit of dat gestel zijn hier, even als bij alle andere mikroskopen, de daarbij behoorende lenzenstelsels en oculairen. Oberhäuser vervaardigt elf verschillende lenzenstelsels, die hij op de volgende wijze merkt, waarbij ik de brandpuntsafstanden en het vergrootend vermogen der aequivalente lenzen gevoegd heb, waaraan die der stelsels ongeveer (1) beantwoorden.

	Brandpuntsafstand.	Vergrootend vermogen.		Brandpuntsafstand.	Vergrootend vermogen.
No. 1.	65 millim.	5.	No. 5.	6,5 millim.	40.
» 2.	33 »	9.	» 6.	5,4 »	49.
» 3.	22 »	13.	» 7.	3,22 »	80.
» 4.	13,02 »	20.	» 8.	2,50 »	101.
» 4 *A*.	8,5 »	30.	» 9.	1,70 »	143.
» 4 *B*.	7,7 »	34.			

(1) Het spreekt van zelf, dat deze brandpuntsafstanden niet telkens volkomen dezelfde zijn voor alle stelsels, die hetzelfde nommer dragen. Intusschen heb ik bevonden dat bij mikroskopen, die kort na elkander gemaakt zijn, het verschil tusschen de gelijknamige lenzenstelsels inderdaad gering is. Ook moet ik hier bijvoegen, dat de bovenstaande bepalingen alleen werkelijk verrigt zijn voor No. 1, 7, 8 en 9, terwijl de overige berekend

Het getal der oculairen bedraagt vijf. Allen bezitten de Huygenssche inrigting, en het vergrootend vermogen van die, welke bij een in het vorige jaar door Oberhäuser vervaardigt mikroskoop behooren, staat tot elkander als:

N°. 1. N°. 2. N°. 3. N°. 4. N°. 5.

1 : 1,04 : 1,50 : 2,55 : 2,95.

De doormeter van hun gezigtsveld op 25 centim. oogafstand bedraagt:

106 80 150 168 en 176 millim.

Bij de gewone lengte, die Oberhaüser aan zijne mikroskoopbuis geeft, versterkt het eerste of zwakste oculair de vergrooting van het objectiefstelsel ongeveer 2,5 maal, en uit deze gegevens laat zich nu door elk, die een mikroskoop bij Oberhaüser wil bestellen, vooraf zonder veel moeite berekenen, welke ten naastenbij de vergrootingen zijn der onderscheidene combinatiën van objectiefstelsels en oculairen, en gevolglijk welke hij behoort te ontbieden, om te voldoen aan de bijzondere oogmerken, waartoe hij het mikroskoop wenscht te gebruiken. De zwakste vergrooting b. v. is die van stelsel N°. 1 met oculair N°. 1 = 5 × 2,5 = $12\frac{1}{2}$; de sterkste die van stelsel N°. 9 met oculair N°. 3 = 148 × 2,5 × 2,95 = 1084.

Bij zijne kleinere mikroskopen voegt Oberhaüser gewoonlijk het 4de en 7de objectiefstelsel en het 2de en 3de oculair. De vergrootingen verschillen dan van ongeveer 40 tot 240 maal. Verkieslijker zijn het 3de en 4de oculair, daar met het laatste niet alleen de vergrooting, maar, zooals dadelijk blijken zal, ook het optisch vermogen, zelfs bij de

---

zijn uit de door Oberhäuser zelven op zijne prijscourant uitgedrukte vergrootingscijfers met het eerste oculair, zoodat deze dus slechts bij benadering juist kunnen wezen.

sterkere stelsels, nog iets klimt. Wil men dan nog eenige guldens meer besteden door ook het 8ste lenzenstelsel te ontbieden, dan zal men zelden in de gelegenheid komen naar eenen meer volledigen optischen toestel te verlangen.

De volgende uitkomsten van het onderzoek van een voor weinige maanden van Oberhäuser ontvangen nieuw groot mikroskoop mogen strekken ter beoordeeling van het optisch vermogen zijner werktuigen. Het zal echter voldoende zijn hier alleen die aan te voeren, welke met zijne drie sterkste lenzenstelsels verkregen zijn.

Lenzenstelsel.	Brandpuntsafstand.	Openingshoek (1).	Oculair.	Vergrooting.	Nobert's proefplaatje.
No. 7.	3,22 millim.	53°.	No. 3.	268.	7de groep even opgelost.
» »	» »		» 4.	501.	Dezelfde doch beter.
» 8.	2,50 »	60°.	» 3.	345.	Dezelfde.
» »	» »		» 4.	646.	8ste groep opgelost.
» 9.	1,70 »	63°.	» 3.	520.	9de groep even opgelost.
» »	» »		» 4.	951.	8ste groep opgelost.

De kleinste dioptrische beeldjes, die bij terugkaatsing van het licht eener helder witte lucht nog zigtbaar zijn, hebben de volgende doormeters:

(1) Voor het bepalen der grootte van den openingshoek der objectiefstelsels, waartoe de vroeger Dl. I. bl. 139 beschrevene methode om dien van enkele lenzen te vinden niet bruikbaar is, heb ik mij bediend van de methode van Lister, op eene wijze, welke ik straks nader vermelden zal.

GRENZEN VAN HET ZIGTBAAR EN ONDERSCHEIDBAAR MAKEND VERMOGEN VAN EEN OBERHÄUSERSCH MIKROSKOOP.

Lenzenstelsels.	Oculairen.	Vergrooting.	Bolvormige voorwerpen.	Draadvormige voorwerpen.	Mazen in een draadnet. Draden.	Mazen in een draadnet. Tusschenruimten.
N°. 7.	N°. 3.	268.	0,274 *mmm* = $\frac{1}{3650}$ mill.	0,0343 *mmm* = $\frac{1}{29100}$ mill.	0,261 *mmm* = $\frac{1}{3840}$ mill.	0,429 *mmm* = $\frac{1}{2330}$ mill.
	» 4.	501.	0,266 » » $\frac{1}{3760}$ »	0,0308 » » $\frac{1}{32500}$ »	0,224 » » $\frac{1}{4470}$ »	0,368 » » $\frac{1}{2720}$ »
	» 5.	577.	0,287 » » $\frac{1}{3490}$ »	0,0290 » » $\frac{1}{34500}$ »	0,228 » » $\frac{1}{4400}$ »	0,375 » » $\frac{1}{2660}$ »
N°. 8.	» 3.	345.	0,255 » » $\frac{1}{4290}$ »	0,0300 » » $\frac{1}{33300}$ »	0,254 » » $\frac{1}{4280}$ »	0,385 » » $\frac{1}{2600}$ »
	» 4.	646.	0,249 » » $\frac{1}{4020}$ »	0,0273 » » $\frac{1}{37000}$ »	0,220 » » $\frac{1}{4560}$ »	0,365 » » $\frac{1}{2750}$ »
	» 5.	743.	0,268 » » $\frac{1}{3740}$ »	0,0260 » » $\frac{1}{38500}$ »	0,252 » » $\frac{1}{4310}$ »	0,380 » » $\frac{1}{2630}$ »
N°. 9.	» 3.	320.	0,206 » » $\frac{1}{4850}$ »	0,0231 » » $\frac{1}{43300}$ »	0,201 » » $\frac{1}{4970}$ »	0,333 » » $\frac{1}{3000}$ »
	» 4.	951.	0,250 » » $\frac{1}{4350}$ »	0,0234 » » $\frac{1}{42800}$ »	0,180 » » $\frac{1}{5550}$ »	0,297 » » $\frac{1}{3340}$ »
	» 5.	1084.	0,254 » » $\frac{1}{4280}$ »	0,0240 » » $\frac{1}{41700}$ »	0,179 » » $\frac{1}{5580}$ »	0,295 » » $\frac{1}{3390}$ »

Deze uitkomsten getuigen inderdaad voor de deugdzaamheid der door Oberhäuser vervaardigde mikroskopen, en, ofschoon het straks blijken zal, dat door anderen een nog iets hoogere graad van optisch vermogen is bereikt, zoo kan echter de bezitter van een van Oberhäuser's werktuigen, dat voorzien is van zijne sterkste lenzenstelsels, er zich gerustelijk op verlaten, dat hij daarmede nagenoeg alle door andere hedendaagsche mikroskopen mogelijke waarnemingen zal kunnen herhalen.

De prijzen zijner werktuigen zijn de volgende:

Het kleine mikroskoop met één lenzenstelsel (N°. 7) en twee oculairen (N°. 2 en 3) kost. . . . . 80 franes (*f* 38,08).
Met nog een lenzenstelsel (N°. 4) meer 100 „ (*f* 47,60).
Het mikroskoop van middelbare grootte met dezelfde stelsels en oculairen . . . 250 „ (*f* 119,00).
Het groote mikroskoop (oud model (1)) met dezelfde stelsels en oculairen . . . 300 „ (*f* 142,80).
Met drie stelsels meer en nog een oculair 400 „ (*f* 190,40).

Verders kan men naar goedvinden een grooter aantal oculairen en stelsels ontbieden. Elk der eersten kost 10 franes (*f* 4,76).

De prijs van stelsel N°. 1 bedraagt: 12 franes (*f* 5,71).
„ „ „ „ „ 2, 3, 4 is elk 20 „ (*f* 9,52).
„ „ „ „ „ 4 *A*, 4 *B*, 5, 6 en 7 is elk 35 „ (*f* 16,66).
„ „ „ „ „ 8 is . . . . . 40 „ (*f* 19,04).
„ „ „ „ „ 9 „ . . . . . 50 „ (*f* 23,80).

Verlangt men er nog eenige toestellen bij, gelijk eene ca-

(1) Die, welke naar het nieuwe model vervaardigd zijn, schijnen door Oberhäuser iets hooger in prijs te worden gehouden. Dat, waarvan boven gewag is gemaakt, kost met deszelfs toebehooren 655 franes, of *f* 312.

mera lucida, glasmikrometers, een compressorium enzv., dan spreekt het van zelf, dat de prijs in evenredigheid klimt.

Tot de verdienstelijkste optische instrumentmakers te Parijs behoort ook N. P. Lerebours (1). Ik ben echter met zijne mikroskopen te weinig bekend, om er hier een bepaald oordeel over te vellen. Uit zijne prijscourant blijkt, dat zijne grootere mikroskopen, al naar gelang hunner mindere of meerdere volledigheid, 160—400 francs kosten. Doch sedert 1858 vervaardigt hij ook kleine achromatische mikroskopen, afgebeeld op Pl. V. fig. 8, welker objectief eene eigendommelijke zamenstelling heeft, afwijkende van die, welke bij andere mikroskopen wordt aangetroffen.

Het bestaat namelijk (z. fig. 8' *a*, *b*, *c* en *d*) uit twee holle kegels, waarvan de eene in de andere past. Beide zijn aan hun benedeneinde van eenen schroefdraad voorzien, waarop de busjes, die de achromatische dubbellenzen bevatten, kunnen worden vastgeschroefd. Het getal dezer lenzen bedraagt niet meer dan drie, doch hiermede kunnen vier verschillende objectieven gemaakt worden, op de wijze in de figuur uitgedrukt. Aldus kunnen met twee oculairen acht verschillende vergrootingen verkregen worden, welke, bij een door mij onderzocht mikroskoop van deze zamenstelling, verschillen van 41 tot 406 maal.

Doch hoewel deze poging ter vereenvoudiging op zich zelve lofwaardig zijn moge, zoo kunnen echter op den daartoe door Lerebours ingeslagen weg onmogelijk zulke gunstige uitkomsten verkregen worden als met lenzenstelsels, waarin de afzonderlijke lenzen onderling tot op dien bepaalden af-

(1) Op de *Place du pont-neuf*.

stand vereenigd zijn, waarbij door voorafgaande beproeving gebleken is, dat de aberratiën het best verbeterd worden. Ook is het mij met zulk een mikroskoop slechts gelukt de 5de groep van het Nobertsche proefplaatje op te lossen, terwijl met onderscheidene der kleine mikroskopen van Oberhäuser, in weerwil hunner iets geringere vergrooting, altijd de 6de en met sommige de 7de groep opgelost werd gezien. De prijs van dit Lerebourssche mikroskoop is overigens gering, daar zij van 65 tot 90 francs (*f* 31 — *f* 43) bedraagt, al naar gelang er één of twee oculairen en eene verlichtingslens voor opvallend licht is bijgevoegd.

Ook Bruuner te Parijs (1) vervaardigt zamengestelde mikroskopen van verschillend maaksel en prijs. Zijne grootere werktuigen komen, wat de werktuigelijke inrigting betreft, in vele opzigten overeen met die van Oberhäuser. Zij hebben nagenoeg denzelfden vorm, wat den trommelvormigen voet en de korte wijde daarop rustende buis betreft, waarin de spiegel bevat is; doch in plaats der buisvormige diaphragmata van Oberhäuser treft men hier eene draaijende schijf met zes openingen aan. De voorwerptafel is mede cirkelvormig, en kan om hare as gedraaid worden, doch deze draaijing geschiedt hier op zich zelve, zonder dat de mikroskoopbuis daarin deelt. Deze inrigting is bestemd voor het meten van hoeken van kristallen, waartoe de rand der voorwerptafel in graden verdeeld is, terwijl men met eenen ter zijde aangebragten nonius nog de minuten kan aflezen. Verders is de voorwerptafel door twee schroeven beweegbaar, waarvan de eene tevens als mikrometer dient. De grovere instelling geschiedt niet, gelijk bij Oberhäuser, door op en

(1) *Rue des Bernardins*, No. 34.

nederschuiving der mikroskoopbuis met de hand, maar door middel van een rondsel, terwijl de fijne instelling door de ronddraaijing eener schroef plaats heeft. De mikroskoopbuis kan, even als bij de latere Oberhäusersche mikroskopen, verlengd en verkort worden.

De mechanische uitvoering van een in 1845 vervaardigd werktuig, dat ik in de gelegenheid ben geweest te onderzoeken, verdient allen lof; het geheel is zeer goed en met veel zorg bewerkt. Bij hetzelve behooren vijf lenzenstelsels en drie Huygenssche oculairen. Bovendien is het nog vergezeld van een aantal hulpwerktuigen, waaronder een gebogen oculair met een daarvoor geplaatst prisma, om onder eenen hoek van 45° waar te nemen, en kost in het geheel 600 francs, een prijs, die voorzeker, de zamengesteldheid van het werktuig in aanmerking genomen, gering is te noemen.

De brandpuntsafstanden zijn van:

Stelsel N°. 1.	27,50	millim.	N°. 4.	2,95	millim.
„ „ 2.	12,26	„	„ 5.	1,48	„
„ „ 3.	2,15	„			

De beproeving met het Nobertsche plaatje leverde de volgende uitkomsten:

Lenzenstelsel.	Oculair.	Vergrooting.	
N°. 3	N°. 1.	302	6de groep opgelost.
	„ 2.	377	Dezelfde.
	„ 3.	378	Dezelfde.
N°. 4	„ 1.	419	Dezelfde.
	„ 2.	524	7de groep opgelost.
	„ 3.	804	Dezelfde.
N°. 5	„ 1.	785	8ste groep opgelost.
	„ 2.	980	Dezelfde.
	„ 3.	1508	7de groep opgelost.

Hieruit volgt dus, dat dit mikroskoop, in weerwil van den ongemeen korten brandpuntsafstand van het sterkste stelsel, toch in optisch vermogen iets beneden het op bl. 195 beschreven Oberhäusersche werktuig staat. De billijkheid vordert echter, dat ik hierbij doe opmerken, dat dit laatste eenige jaren jonger is, en dat het ligt mogelijk is, dat Brunner in dien tijd gelijke vorderingen gemaakt heeft.

Brunner vervaardigt ook zeer kleine achromatische mikroskopen, bepaaldelijk bestemd om gemakkelijk medegedragen te kunnen worden. Er behooren twee lenzenstelsels bij en eene enkele achromatische lens; de vergrootingen bedragen tot 800 maal in doormeter. De werktuigelijke inrigting is mij onbekend, maar het geheele kistje, waarin het bevat is, is slechts 4 Par. duimen lang, 2 d. breed en 1 d. hoog, terwijl men er, behalve de noodzakelijke stukken, ook nog glasplaatjes, eene schaar, een mesje en eene naald in aantreft (1).

Een der laatsten, die zich te Parijs gunstig heeft bekend gemaakt door de vervaardiging van mikroskopen, is Nachet. Het eerst werden zijne sterkere objectieven met lof vermeld in 1845 door Lebert (2). Ik ben in de gelegenheid geweest eenige zijner in 1849 vervaardigde mikroskopen te onderzoeken. Blijkbaar heeft hij zich de werktuiglijke inrigting der verschillende soorten van de Oberhäusersche mikroskopen ten voorbeeld gekozen, en is daar slechts in sommige opzigten van afgeweken. Zijne grootere werktuigen hebben eenen trommelvormigen voet; de spiegel daarin is dus alleen

(1) *Edinburgh Monthly Journal of medical science* 1846. Dec. p. 418.
(2) *Physiol. pathólog. Atlas* p. 13.

om hare as draaibaar, en derhalve alleen geschikt voor centrische verlichting. Nachet heeft echter op eene vernuftige wijze in dit gebrek voorzien, door middel van een prisma, dat, tusschen den spiegel en het voorwerp geplaatst, het licht er onder eenen hoek van 50° op doet vallen. In het hoofdstuk over de verlichtingstoestellen zal men de nadere beschrijving hiervan vinden. Eene andere eigendommelijkheid, waardoor zich de Nachetsche groote mikroskopen gunstig onderscheiden van de oudere groote mikroskopen van Oberhäuser, bestaat daarin, dat de hefboomtoestel met de buisvormige diaphragmata aan eene plaat is bevestigd, die, op de wijze eener lade, in eene zijdelingsche sleuf onder de voorwerptafel glijdt, en, hetzij ter verwisseling der diaphragmata of om er het bovengenoemde prisma in te plaatsen, naar buiten kan getrokken worden, op eene dergelijke manier als ook Oberhaüser zulks bij zijne nieuwere mikroskopen heeft aangebragt.

De kleinste soort der Nachetsche werktuigen verdient, wat de werktuiglijke inrigting aangaat, de voorkeur boven de daaraan beantwoordende Oberhäusersche, vooral uit hoofde van de grootere voorwerptafel, terwijl ook de mikroskoopbuis uit twee in elkander schuivende huizen bestaat, iets dat aan den waarnemer dikwerf veel gemak geeft. Bovendien geven de daarbij behoorende twee lenzenstelsels (N°. 1 en 5) en twee oculairen (N°. 1 en 5) eenen grooteren omvang van vergrooting, welke van 100 tot 500 maal bedraagt.

Ter beoordeeling van het optisch vermogen der mikroskopen van Nachet, moge de mededeeling dienen der uitkomsten van het onderzoek van een zijner grootere werktuigen. Daarbij zijn gevoegd vier lenzenstelsels en drie Huygensche oculairen, met een gezigtsveld van 112, 155 en 147 millim., terwijl de daardoor te weeg gebragte vergrootingen van 105 tot 1500

bedragen. In het volgend tafeltje vindt men de brandpuntsafstanden dier stelsels, hunne openingshoeken, de vergrooting met het eerste of zwakste oculair, en de grens van hun onderscheidbaarmakend vermogen getoetst aan het Nobertsche proefplaatje.

	Brandpuntsafstand.	Openingshoek.	Vergrooting met oculair N°. 1.	Nobert's proefplaatje.
1.	12,0 millim.	22°.	103.	2de groep opgelost.
3.	4,3 »	57°.	263.	7de » »
5.	3,5 »	74°.	400.	8ste » »
7.	1,6 »	90°.	642.	9de » »

Deze uitkomsten bewijzen, dat de mikroskopen van Nachet inderdaad tot de zeer goede behooren, daar zij in optisch vermogen voor die van zijnen voorganger geenszins onderdoen.

Nachet vervaardigt ook nog een sterker stelsel N°. 8, dat ik niet gezien heb; doch, daar volgens Robin (1) het vergrootend vermogen van N°. 7 tot dat van N°. 8 staat als 688:800, zoo blijkt dat de brandpuntsafstand van dit stelsel omstreeks 1,3 millim. moet bedragen, dat is minder dan die der sterkste stelsels, welke, voor zoo ver mij bekend is, door eenig ander vervaardiger van mikroskopen tot hiertoe zijn daargesteld. Ik moet er evenwel bijvoegen, dat, volgens het getuigenis van Robin, dit stelsel N°. 8, in weerwil van de aanzienlijke daardoor te weeg gebragte vergrooting, het optisch vermogen van het mikroskoop niet zoude vermeerderen, zoodat het veilig gemist kan worden.

(1) *Du microscope et des injections*, Paris 1849. p. 149.

De prijzen, waarvoor door Nachet zijne mikroskopen geleverd worden, zijn mij onbekend, maar er bestaat daarvan een dépôt bij den Heer P. J. Kipp te Delft. Bij dezen kost het groote mikroskoop met drie lenzenstelsels (N°. 1, 3 en 6), drie oculairen, eene camera lucida enzv. . . *f* 240.

Een mikroskoop van dergelijk maaksel, doch kleiner *f* 180.

Een klein mikroskoop met twee lenzenstelsels (N°. 1 en 3) en twee oculairen . . . . . *f* 70.

De prijzen der afzonderlijke lenzenstelsels zijn de volgende:

N°. 1. . .	*f* 9,00.	N°. 5. . .	*f* 18,00.
„ 2. . .	„ 9,00.	„ 6. . .	„ 24,00.
„ 3. . .	„ 12,00.	„ 7. . .	„ 26,00.
„ 4. . .	„ 12,50.	„ 8. . .	„ 48,00.

Door derhalve bij het groote mikroskoop ook nog de beide sterkere stelsels te ontbieden, heeft men voor ruim *f* 300 een optisch zeer volledig mikroskoop, terwijl de kleine mikroskopen van *f* 70 voor het groote meerendeel der onderzoekingen reeds als geheel toereikend kunnen beschouwd worden, en men er, des verkiezende, ook nog de sterkere stelsels bij ontbieden kan.

Nachet vervaardigt ook regtkeerende mikroskopen, die op eene geheel eigendommelijke wijze zijn ingerigt, doch van deze, als ook van dergelijke door anderen vervaardigde werktuigen, zullen wij op het einde van dit hoofdstuk eene bijzondere beschrijving geven.

Van de overige fransche mikroskopen is mij slechts weinig bekend. Soleil vervaardigde zakmikroskopen waarvan de prijs niet meer dan 35 francs bedraagt, en welke volgens Donné (1) tot 500 maal vergrooten, en, ofschoon zij gee-

(1) *Comptes rendus* 1841. XII. p. 388.

nen spiegel hebben, voor alle onderzoekingen even voldoende zouden wezen als andere goede mikroskopen, iets dat waarschijnlijk wel eenigzins overdreven zijn zal.

414. In Italie is het vooral G. B. Amici (1), die zijnen ouden wel verkregen roem waardiglijk handhaaft. Van de optische uitwerking van een door hem in 1855 vervaardigd mikroskoop, is reeds in het tweede Deel van dit werk bl. 85 en verv. een uitvoerig verslag gegeven. Ik voeg er dus hier ter plaatse alleen bij, dat in dit werktuig, even als in alle vroegere sedert 1827 door Amici vervaardigde, boven het objectief een regthoekig glasprisma onbeweeglijk is gesteld, zoodat de buis horizontaal is, dat verders de voorwerptafel door twee schroeven bewogen wordt, waarvan de knoppen verdeeld zijn, zoodat zij tevens als schroefmikrometers dienen, dat de voorwerptafel door een rondselwerk langs den stam wordt op en neder bewogen, en eindelijk dat, door het gebruik van zeer sterke daarbij behoorende oculairen, de vergrooting tot 7000 maal kan gebragt worden, alhoewel de uiterste grens van het optisch vermogen, gelijk vroeger gebleken is, reeds bij eene veel geringere vergrooting bereikt wordt. De prijs van dit mikroskoop met zijn toebehooren was niet minder dan 1500 francs.

In lateren tijd heeft Amici het gestel zijner mikroskopen niet alleen zeer vereenvoudigd, maar tevens verbeterd, door het prisma niet als vast bestanddeel in de buis te brengen, en, behalve de rondselbeweging, er ook nog eene fijne schroef bij te voegen voor de fijne instelling, terwijl de vorderingen, die hij gemaakt heeft in de kunst om achromatische lenzen-

(1) Vroeger te Modena, thans te Florence, waar hij Hoogleeraar en Directeur is van het Groothertooglijk Observatorium.

stelsels te vervaardigen, zoo groot zijn, dat ik niet aarzel een zijner werktuigen, hetwelk ik in het vorige jaar van hem ontving, en waarvan de prijs niet meer dan 500 francs bedraagt, het optisch volkomenste van alle tot dus ver door mij onderzochte mikroskopen te noemen; ofschoon het, wat het werktuiglijk gedeelte betreft, door verscheidene andere overtroffen wordt.

Eene afbeelding van dit mikroskoop vindt men in Pl. VI. fig. 1. Op eenen drievoet met uitslaande pooten *aaa* verheft zich een vierkante stam *bc*, op welks top een platte vierkante arm *d* geschroefd is, die aan het einde eenen ring *e* draagt. In dezen ring sluit wrijvende een tweede, die er door eene bajonetgeleding in wordt vastgezet, maar zoodanig, dat hij in de eerste kan ronddraaijen. Het bovenste wijdere gedeelte van dezen tweeden ring is van eene moerschroef voorzien, waarin de mikroskoopbuis *f* kan geschroefd worden, terwijl aan het naauwere gedeelte van onderen eene vaarschroef *g* gesneden is, waarop de busjes passen, die de lenzen bevatten. De voorwerptafel *h* is nagenoeg vierkant met eene ronde opening en twee veerklemmen *uv*, die hooger en lager kunnen gesteld worden. Zij is verbonden met eenen vierhoekigen koker *m*, welke zich langs den stam, door middel van een rondsel *k*, laat op en neder bewegen. Voor de fijne instelling dient eene schroef, waarvan bij *l* de knop te zien is, en waardoor het met den vierkanten koker zamenhangende stuk *i* eene langzame op en neder beweging ondergaat. De mikroskoopbuis bestaat uit twee helften *f* en *n*, die op elkander kunnen worden vastgeschroefd, maar ook elk afzonderlijk gebruikt, wanneer men de hoogte van het oculair boven de tafel wenscht te verkorten. Deze bedraagt, bij de volle lengte der buis, 37 cen-

timeters, en indien zij tot op de helft verkort is, 29 centimeters. Voor den des verlangenden voegt Amici bij dit mikroskoop een regthoekig glasprisma in eene driehoekige bus besloten, welke, op de in fig. 1 *A* aangeduide wijze, tusschen de beide buizen *f* en *n* kan vastgeschroefd worden. De verlichtingstoestel bestaat uit eenen vlakken spiegel, waarvan de beugel aan eenen dwarsarm of kruk *o* is opgehangen, voor de excentrische verlichting, en uit eene met de vlakke zijde bovenwaarts gekeerde plano-convexe lens *p*, die langs de ronde stijl *r* hooger en lager gesteld en ook buiten de as gedraaid kan worden, terwijl op hare oppervlakte zich eene zwart gemaakte schijf *q* bevindt, in het midden van eene opening voorzien, welke op eene zijdelings geplaatste spil ronddraait, en als diaphragma dient. Onder de voorwerptafel kan een trommel *s* geschroefd worden, waarin eene buis *t* door schroeving hooger en lager kan worden gesteld. Op die wijze werkt zij als een diaphragma, door verbreeding of vernaauwing van den lichtbundel die het voorwerp treft. Maar op dezelfde buis kan ook een der achromatische lenzenstelsels worden geschroefd, en, wanneer dan de zoo even genoemde plano-convexe lens wordt ter zijde gedraaid, dan heeft men eenen achromatischen verlichtingstoestel.

Men ziet uit deze beschrijving, dat dit gestel zoo eenvoudig is ingerigt, als eenigzins bestaanbaar is met het gebruik van sterke stelsels, die eene fijne instelling vorderen. Alles, wat meer of min overtollig kan geacht worden, is hier weggelaten, en voor verreweg de meeste onderzoekingen is het dan ook volkomen geschikt. Echter zoude men in sommige gevallen eene ruimere voorwerptafel verlangen en meerdere stevigheid van het geheele werktuig, terwijl het

draaijend diaphragma beter geplaatst zoude wezen vlak onder de voorwerpplaat.

Bij dit mikroskoop behooren niet minder dan 21 achromatische dubbellenzen, waarmede 15 verschillende combinatiën of stelsels kunnen worden gevormd. Sommige van dezen hebben echter nagenoeg gelijken brandpuntsafstand en gevolglijk schier gelijk vergrootend vermogen, maar zijn bestemd, om met dekplaatjes van onderscheiden dikte (van $\frac{1}{5}$ tot $1\frac{1}{2}$ millim.) gebruikt te worden (1). Dit is eene zeer gewigtige verbetering, welker noodzakelijkheid Amici reeds sedert het jaar 1829 had opgemerkt, en in toepassing gebragt. Zoo b. v. geven vier dezer combinatiën met het zwakste oculair vergrootingen van 664, 672, 644 en 650 maal, hetgeen weinig onderling verschilt, maar ieder derzelve is bestemd om óf zonder dekglas, óf met een van $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$ en $\frac{1}{3}$ millim. dikte gebruikt te worden.

De brandpuntsafstanden dezer stelsels verschillen van 56,68 tot 2,57 millim. (2). De meesten bestaan uit drie dubbellenzen, sommige voor het gebruik met dekplaatjes bestemde uit vier, waarvan dan echter de bovenste eene correctielens

---

(1) Over het gewigt hiervan is in het I^ste^ Deel bl. 207 uitvoerig gehandeld.

(2) Amici heeft echter nog sterker objectiefstelsels vervaardigd. V. Mohl (wiens methode om den brandpuntsafstand te bepalen ik echter, als minder regtstreeksch zijnde, voor niet zoo naauwkeurig houde als de mijne) deelt mede (l. c. p. 16) dat het sterkste stelsel van zijn Amicisch mikroskoop eenen brandpuntsafstand heeft van 0,86‴, hetgeen gelijk is aan 1,9 millimeter. In de beschrijving, welke van dit mikroskoop in de *Annal. de Chemie et de Phys.* 1844 XII. p. 117 gevonden wordt, leest men dat het sterkste stelsel eenen brandpuntsafstand van $\frac{1}{2}$ millim. heeft. Dit beteekend ongetwijfeld den afstand van de onderste lens van het stelsel tot het voorwerp, maar niet den brandpuntsafstand der aequivalente lens.

is van tamelijk grooten brandpuntsafstand, zoodat de eigenlijke vergrooting daardoor weinig gewijzigd wordt.

Het getal der oculairen is drie. Ook deze zijn op eene eigendommelijke wijze ingerigt. Zij bestaan namelijk (z. Pl. V. fig. 1) uit twee in elkander schuivende buizen x en y, waarvan elk eene plano-convexe lens bevat, met een diaphragma z in de binnenste buis. Is deze laatste geheel ingeschoven, dan heeft men een Ramsdensch oculair (Dl. I. bl. 215), doch door uittrekking dier buis kan men het in een Huygenssch oculair veranderen. Deze inrigting heeft ten doel, om ook de laatste overblijfselen der aberratiën zooveel mogelijk te kunnen verbeteren, waarvan de gronden vroeger in Dl. I. bl. 205 ontwikkeld zijn. Bij de geheele buislengte bedraagt het vergrootend vermogen dezer (Ramsdensche) oculairen 6,9, 10,7 en 14,9 maal die van het objectiefstelsel alleen. Hun gezigtsveld voor 25 centim. oogafstand heeft eene uitgebreidheid van 217, 210 en 240 millimeters, en is dus merkelijk grooter dan bij eenig ander der door mij onderzochte mikroskopen, waartegen echter de nadeelige eigenschap overstaat, dat het veld buitengemeen gebogen is, daar de verhouding der vergrooting in het midden van het veld tot die aan den rand staat bij N°. 1 als 1:1,075, bij N°. 2 als 1:1,156, en bij N°. 3 als 1:1,187. Men kan echter door verlenging van den afstand tusschen de beide oogglazen het veld des verkiezende geheel plat maken, doch, zoo als van zelf spreekt, alleen ten koste der vergrooting en der uitgebreidheid van het veld.

Het zoude geheel overbodig zijn hier een verslag te geven van de uitkomsten, welke het onderzoek van het optisch vermogen van alle de combinatiën heeft opgeleverd. De volgende mogen voldoende wezen:

Lenzenstelsel.	Brandpuntsafstand.	Openingshoek.	Oculair.	Vergrooting.	Nobert's proefplaatje.
N°. 1 b.	26,15 millim.	26°.	N°. 1.	96.	2de groep opgelost.
» 2.	7,45 »	67°.	» »	217.	7de » »
» 4.	8,69 »	73°.	» 2.	310.	8ste » »
» 6.	4,00 »	70°.	» 1.	423.	8ste » »
» 11.	2,67 »	94°. (1)	» »	650.	9de » »

De oplossing dezer laatste groep is bij gepaste verlichting zoo volkomen, dat men elk streepje scherp afgezonderd ziet, terwijl zich ook in de 10de groep eenige streepen laten onderscheiden (2).

De doormeters der kleinste met dezelfde lenzenstelsels nog zigtbare dioptrische beeldjes zijn:

---

(1) Volgens den schrijver van het zoo even aangehaalde opstel in de *Ann. de Chem. et de Phys.*, zoude het sterkste stelsel eenen openingshoek hebben van 100°. De bovenstaande uitkomst is verkregen volgens de methode van Lister, op de later te beschrijven wijze. Dat Amici echter werkelijk objectiefstelsels met nog grooteren openingshoek heeft vervaardigd is zeker. Toen hij in 1844 in Engeland was, toonde hij aldaar een objectiefstelsel, waarvan de plano-convexe lens uit borium-kiezelzuurlood bestond, en hetwelk eenen brandpuntsafstand van 3,6 millim. en eenen openingshoek van niet minder dan 112° had. Zie Quekett, p. 430.

(2) Blijkens het door v. Mohl in zijne *Mikrographie* s. 207 medegedeelde, werd door zijn Amicisch mikroskoop mede de 9de groep opgelost en de 10de gestreept gezien. Later echter is het hem gelukt, bij een ander hem door Nobert toegezonden proefplaatje, ook de 10de groep daarmede op te lossen. Z. Schumacher's *Astron. Nachr.* 1849. *Ergänzungsh.* s. 94.

GRENZEN VAN HET ZIGTBAAR EN ONDERSCHEIDBAAR MAKEND VERMOGEN VAN EEN MIKROSKOOP VAN AMICI.

Lenzenstelsels.	Oculairen.	Vergrooting.	Bolvormige voorwerpen.	Draadvormige voorwerpen.	Mazen in een draadnet. Draden.	Mazen in een draadnet. Tusschenruimten.
N°. 1.	N°. 1.	96.	0,662 *mmm* = $\frac{1}{1510}$ mill.	0,0771 *mmm* = $\frac{1}{12900}$ mill.	0,500 *mmm* = $\frac{1}{2000}$ mill.	0,821 *mmm* = $\frac{1}{1210}$ mill.
	» 2.	149.	0,564 » » $\frac{1}{1770}$ »	0,0600 » » $\frac{1}{16600}$ »	0,570 » » $\frac{1}{2700}$ »	0,607 » » $\frac{1}{1640}$ »
	» 3.	197.	0,555 » » $\frac{1}{1880}$ »	0,0579 » » $\frac{1}{17400}$ »	0,594 » » $\frac{1}{2500}$ »	0,646 » » $\frac{1}{1550}$ »
N°. 2.	» 1.	217.	0,458 » » $\frac{1}{2290}$ »	0,0486 » » $\frac{1}{20600}$ »	0,259 » » $\frac{1}{4190}$ »	0,592 » » $\frac{1}{2560}$ »
	» 2.	356.	0,408 » » $\frac{1}{2500}$ »	0,0490 » » $\frac{1}{20400}$ »	0,240 » » $\frac{1}{4170}$ »	0,594 » » $\frac{1}{2530}$ »
	» 3.	468.	0,395 » » $\frac{1}{2600}$ »	0,0460 » » $\frac{1}{21800}$ »	0,240 » » $\frac{1}{4170}$ »	0,594 » » $\frac{1}{2530}$ »
N°. 6.	» 1.	425.	0,235 » » $\frac{1}{4260}$ »	0,0299 » » $\frac{1}{33400}$ »	0,211 » » $\frac{1}{4740}$ »	0,545 » » $\frac{1}{2900}$ »
	» 2.	656.	0,251 » » $\frac{1}{3990}$ »	0,0333 » » $\frac{1}{30000}$ »	0,227 » » $\frac{1}{4400}$ »	0,572 » » $\frac{1}{2600}$ »
	» 3.	912.	0,254 » » $\frac{1}{3940}$ »	0,0333 » » $\frac{1}{30000}$ »	0,225 » » $\frac{1}{4440}$ »	0,570 » » $\frac{1}{2700}$ »
N°. 11.	» 1.	650.	0,209 » » $\frac{1}{4790}$ »	0,0242 » » $\frac{1}{41300}$ »	0,165 » » $\frac{1}{6140}$ »	0,267 » » $\frac{1}{3750}$ »
	» 2.	1008.	0,213 » » $\frac{1}{4630}$ »	0,0246 » » $\frac{1}{40700}$ »	0,167 » » $\frac{1}{6000}$ »	9,274 » » $\frac{1}{3650}$ »
	» 3.	1402.	0,225 » » $\frac{1}{4440}$ »	0,0249 » » $\frac{1}{40200}$ »	0,185 » » $\frac{1}{5400}$ »	0,302 » » $\frac{1}{3310}$ »

Een blik op deze tafel leert dadelijk, dat het optisch vermogen der beide sterkste stelsels reeds met het eerste oculair deszelfs hoogsten trap heeft bereikt, maar dat der zwakkere stelsels daardoor nog verhoogd wordt.

Leerzaam is eene vergelijking dezer uitkomsten met die verkregen met het mikroskoop van Oberhäuser, medegedeeld op bl. 196.

Daaruit blijkt namelijk dat beide mikroskopen, in het algemeen beschouwd, in optisch vermogen ongeveer gelijk staan, maar dat, terwijl het Oberhäusersche mikroskoop nog veroorlooft iets kleinere bolvormige en draadvormige voorwerpen te *zien*, dan het Amicische, dit laatste daarentegen een nog grooter overwigt boven het eerste heeft, waar het er op aan komt om voorwerpen, die op geringe afstanden van elkander verwijderd zijn, te *onderscheiden*.

Doch, om de kunst der makers van beide mikroskopen te beoordeelen, moet men eigenlijk nog eenen geheel anderen maatstaf bij de hand nemen. Het is namelijk niet genoeg gelijke vergrootingen onderling te vergelijken, maar die vergrootingen, zullen zij vergelijkbaar zijn, moeten ook bestaan uit het produkt van gelijke factoren, dat is de brandpuntsafstand van het lenzenstelsel en het vergrootend vermogen van het oculair moeten ongeveer gelijk wezen.

Het 9de stelsel van Oberhäuser, hetwelk eenen brandpuntsafstand van 1,7 millim. heeft, is daarom niet vergelijkbaar met het sterkste der beproefde stelsels van Amici, waarvan de brandpuntsafstand 2,67 millim. bedraagt, maar het laatste moet vergeleken worden met het 8ste stelsel (van 2,5 millim. brandpuntsafstand), waarmede het nagenoeg in vermogen overeenkomt. Hetzelfde geldt van de oculairen; het zwakste van het Amicisch mikroskoop staat

ongeveer gelijk met het 4de van het Oberhäusersche.

Indien men nu, dit in het oog houdende, de met beide mikroskopen verkregen uitkomsten tegen over elkander stelt, dan blijkt de hoogere voortreffelijkheid der Amicische lenzenstelsels ten duidelijkste, vooral ten aanzien van het onderscheidbaarmakend vermogen, in welk opzigt No. 11 van Amici tot No. 8 van Oberhäuser ongeveer staat als 3 : 2. Bij de mindere vergrootingen komt dit welligt nog sterker uit, daar men (z. bl. 210) met een stelsel van 8,7 millim. brandpuntsafstand reeds de 8ste groep van het Nobertsche proefplaatje in streepen kan oplossen, waartoe bij Oberhäuser een stelsel van 2,5 millim., bij Nachet een van 3,5 millim., en bij Brunner van 1,5 millim. brandpuntsafstand gevorderd wordt. Doch het bedoelde Amicische stelsel bezit ook de voor dien brandpuntsafstand zeer aanzienlijken openingshoek van 75°.

De oorzaak van dit hoogere onderscheidbaarmakend vermogen der Amicische stelsels ligt blijkbaar alleen in de merkelijk grootere opening, die hij aan zijne lenzen geeft, en het lijdt geen twijfel of, indien anderen in dit opzigt zijn voorbeeld volgen, zullen zij tot gelijke gunstige uitkomsten geraken.

Er is nog eene bijzonderheid in het mikroskoop van Amici, welke wij niet met stilzwijgen mogen voorbijgaan. De buis is namelijk, zooals reeds gezegd is, in eenen ring bevestigd, welke om hare as, en derhalve om de as der gezamelijke objectief- en oogglazen, draaibaar is. Het nut dezer inrigting is onbetwijfelbaar; bij zeer moeijelijke gestreepte proefvoorwerpen en desgelijks bij het beschouwen der streepjes op het Nobertsche proefplaatje kan men er zich van overtuigen, dat in sommige stellingen der buis het beeld minder scherp is, dan nadat men haar om eenen zekeren

hoek heeft omgedraaid. De verklaring hiervan is intussehen moeijelijk. Amiei zelf zoekt haar in de aberratie van het oog, waardoor, bij eene zekere stelling der buis, eene tegengestelde aberratie van het mikroskoop zoude worden opgewogen. Deze verklaring komt mij minder waarsehijnlijk voor dan die van v. Mohl (1), die het verschijnsel toesehrijft aan de niet volkomen juiste centrering der lenzen, en van meening is, dat het nut der ronddraaijing daarin bestaat, dat men aldus dat gedeelte van het objeetief, waarin de aberratie het geringst is, regthoekig op de waar te nemen streepjes stelt.

Een landgenoot van Amici, de hoogleeraar F. Pacini (2) te Pisa, heeft voor weinige jaren een mikroskoopgestel beschreven, hetwelk bij sierlijkheid van vorm veel gemak in het gebruik belooft. Afgebeeld is het in Pl. VII. fig. 1. Op twee ronde zuilen rust onbeweeglijk de voorwerptafel *aa*. Hierop bevindt zieh de beweeglijke ronde plaat *c*, die in het midden eene opening heeft, beantwoordende aan eene grootere in de voorwerptafel; de rand dezer plaat is, voor hare bestemming tot goniometer, in 360° verdeeld, en zij draait om hare as op de sehijf *b*, welke op hare beurt voor- en achterwaarts kan worden bewogen door eene mikrometerschroef, waarvan de breede knop zieh in *d* bevindt; deze is in honderd deelen verdeeld, terwijl een nonius *e* de tiende deelen doet aflezen.

De mikroskoopbuis is vastgeschroefd aan de driekante bus *f*, waarin een gelijkzijdig driehoekig prisma geplaatst is, zoodat de stralen, na door het objeetief gegaan te zijn, onder

(1) *Mikrographie*, s. 177.

(2) *Sopra un nuova meccanismo di microscopio; Nuovi Annali delle Scienze Naturali di Bologna*. Nov. 1845.

eenen hoek van 50° teruggekaatst worden. Dit prisma kan echter ook verwijderd en het mikroskoop vertikaal gesteld worden. De arm, waarop dit gedeelte rust, bevat eene schroef, waarvan de knoppen bij *ii* gezien worden, en waardoor de geheele mikroskoopbuis, met het prisma en het objectief, overdwars bewogen worden, derhalve in eenen regten hoek met de beweging der voorwerpplaat *c*, die door de schroef *d* van achteren naar voren bewogen wordt.

De arm, waaraan de optische toestel bevestigd is, rust op eene staaf, welke snel op en neder bewogen wordt door omdraaijing van den knop *n*, terwijl voor de langzame beweging en fijne instelling eene schroef dient, waarvan de knop bij *m* wordt gezien.

De verlichtingstoestel bestaat uit eenen spiegel *l*, waarvan de beugel, waarin hij draait, aan eene kruk is bevestigd, en uit eene verlichtingslens *k*, met een daarboven ronddraaijend diaphragma.

Dit gestel is ontegenzeggelijk een der beste, welke in onzen tijd gemaakt zijn; het bezit al de goede eigenschappen van het nieuwere model der Oberhäuserschе mikroskopen, stevigheid, eene groote voorwerptafel, ruimte voor den verlichtingtoestel enzv., zonder den lompen vorm te hebben, die het laatste ontsiert. Overigens is het duidelijk, dat het nog voor onderscheidene wijzigingen en vereenvoudigingen vatbaar is, waardoor de geheele inrigting minder zamengesteld en kostbaar zoude worden, zonder veel in bruikbaarheid te verliezen.

415. Nadat Frankrijk en Italië het voorbeeld gegeven hadden, hoe men, door vereeniging van verschillende achromatische dubbellenzen, aplanatische mikroskopen kon tot stand

brengen, werd dit spoedig nagevolgd in Duitschland, en wel het eerst, zooals te verwachten was, in het optisch Instituut te München, waar reeds vroeger, gelijk wij zagen, deszelfs stichter, de uitmuntende Frauenhofer, achromatische mikroskopen vervaardigde. Zijn opvolger, Georg Merz, bragt in 1829 een mikroskoop (1) tot stand, hetwelk voorzeker veel beter was dan de vroegere Munchensche werktuigen, en waarin dan ook de verschillende lenzen tot een zamengesteld objectief konden vereenigd worden. Hij bezigde daartoe in de eerste plaats de vier achromatische lenzen, die tot daartoe bij het Frauenhofersche mikroskoop gevoegd werden, en waarvan de sterkste eenen brandpuntsafstand van 16 millim. had, doch hij voegde er nog eene vijfde bij, waarvan de brandpuntsafstand 12 millim. bedroeg. Alle deze lenzen schijnen echter nog biconvex geweest te zijn, en in dit opzigt stonden zij derhalve beneden die, welke toen in Parijs en Modena vervaardigd werden. Echter werden hunne helderheid en scherpte door bevoegde beoordeelaars toen ten tijde zeer geroemd (2). Bij dit mikroskoop behoorden vier oculairen, en het vergrootend vermogen bedroeg van 12 tot 1000.

Doch terwijl dit mikroskoop in een optisch opzigt, uit hoofde der biconvexe lenzen, waarschijnlijk onderdeed voor die, welke toen uit de werkplaatsen van Chevalier en Amici voortkwamen, zoo was er echter één niet onbelangrijke verbetering in aangebragt, die later bij vele mikroskopen is bijbehouden. Merz namelijk zag teregt in, dat door het terugkaatzend glazen prisma, hetwelk Amici in zijn horizon-

(1) Beschreven door J. Doellinger, *Nachricht von einem verbesserserten aplanatischen Mikroskop.* München 1829.

(2) Door Brown, *Philos. transact.* 1830. p. 113, en door Schumacher, *Astronom. Nachr.* IX. p. 110.

taal mikroskoop had geplaatst, altijd eenig licht verloren gaat, en daarom rigtte hij zijne mikroskoopbuis (z. Pl. V. fig. 9) zoodanig in, dat het prisma ter halver wege daarin gebragt, maar ook weder des verkiezende verwijderd kon worden, zoo dat dan de geheele buis vertikaal stond. Op die wijze behield hij de voordeelen van het prisma, zonder deszelfs nadeelen. Overigens was de werktuiglijke inrigting van dit mikroskoop even eenvoudig als doelmatig.

Een vierkante stam *aa* rust op eenen stevigen drievoet; deze stam is van staal, het overige van koper. Twee vierkante hulsels *b* en *c* kunnen langs dien stam worden op en neder geschoven; aan het eene *b* is de mikroskoopbuis *d*, aan het andere de voorwerptafel *e* bevestigd; deze kunnen aldus ten naastenbij op den gevorderden onderlingen afstand worden gebragt, en het bovenste door eene klemschroef *f* vastgezet. Voor de naauwkeurige instelling dient dan eene fijne schroef *g*, waardoor de voorwerptafel langzaam op en neder bewogen wordt. De verlichtingstoestel bestaat uit eenen spiegel *h* met holle en platte zijde, en een diaphragma *i*, dat om het stijltje *k* draait, en daaraan hooger en lager kan gesteld worden.

Het schijnt echter, dat in de volgende jaren door het optische Instituut slechts weinige mikroskopen geleverd zijn. Men vindt althans niet dan zeer zelden hun gebruik aangevoerd; waarschijnlijk moet dit daaraan worden toegeschreven, dat de vele en groote aldaar vervaardigde verrekijkers het mikroskoop meer op den achtergrond stelden, tot dat in 1843 de hertog van Leuchtenberg bij de toenmalige eigenaars, Merz en Mahler, een zooveel mogelijk volkomen mikroskoop bestelde, hetwelk door den eersten en zijnen zoon Sigismund werd tot stand gebragt, en door zijnen

anderen zoon Ludwig beschreven (1). Uit deze beschrijving, welke van geene afbeelding vergezeld is, blijkt, dat de werktuiglijke inrigting van het vroegere mikroskoop grootendeels behouden is. Alleenlijk zijn er eenige verbeteringen in de middelen tot beweging gebragt; de voorwerptafel kan door een rondselwerk hooger of lager gesteld worden, en voor de fijne instelling dient Mahler's kogelschroef, waarmede de mikroskoopbuis in het hulsel aan den stam grijpt.

Het optisch gedeelte bestaat uit zes achromatische lenzen, die onderling tot stelsels verbonden kunnen worden tot een getal van vijf toe. Daarenboven is in de buis eene achromatische holle lens gebragt, waardoor de vergrooting versterkt wordt, terwijl er vijf verschillende oculairen bij behooren, waardoor de vergrooting van 12 tot 2400 maal bedraagt.

Voor de verlichting dient, in stede van eenen spiegel, een glazen prisma, dat onder verschillende hoeken kan worden gesteld, en onder de voorwerptafel bevindt zich eene buis, waarin eene andere door een rondsel op en neer kan worden geschoven, welke twee bolle lenzen bevat, wier onderlinge afstand het dubbele bedraagt van den brandpuntsafstand der kleinste.

Verders behooren er nog verschillende toestellen bij, onderanderen een klein regthoekig prisma van 16 □ lijnen kathetenvlakte dat aan het objectief wordt vastgeschroefd, voor de zijdelingsche waarneming van scheikundige werkingen, een schroefmikrometer, welke tot $\frac{1}{1000000}$ Par. duim aangeeft, enzv.

Uit deze korte beschrijving volgt, dat dit mikroskoop zich

(1) Dr. Ludwig Merz, *Die neueren Verbesserungen am Microscope*, etc. München 1841.

in sommige opzigten, zoo als door de wijze waarop voor de fijne instelling gezorgd is, door den verlichtingstoestel, enzv. van andere thans in gebruik zijnde mikroskopen onderscheidt. Of deze veranderingen ook verbeteringen zijn, en of bepaaldelijk het kostbare glazen prisma beter voldoet dan de gewoonlijk gebezigde spiegel, kan alleen het gebruik van zulk een werktuig leeren.

Volgens de prijscourant van het optisch Instituut (1) in 1846, kost dit mikroskoop met volledig toebehooren 720 Beijersche guldens (2).

Een dergelijk mikroskoop, maar slechts met vijf objectieflenzen en drie oculairen, met vergrooting tot 1100 maal, en een spiegel in plaats van een prisma. . . . 500 guldens.

Een ander met vier objectieflenzen en twee oculairen, met vergrooting tot 240 maal . . . 156 „

Met drie objectieflenzen en een oculair, vergrooting tot 115 maal . . . . . 66 „

De tweede, die zich in Duitschland, en wel met het gelukkigst gevolg, op de vervaardiging van achromatische mikroskopen toelegde, is Simon Plössl te Weenen (3), wiens werktuigen sedert 1830 eene meer algemeene verbreiding hebben ondervonden. Het gestel van een zijner mikroskopen is afgebeeld in Pl. VII. fig. 2. Op eenen drievoet, welke door middel van stelschroeven waterpas kan gezet worden, rust de zuil *a*, aan welks top, door middel der scharnier *b*, de driehoekige stalen staaf *c* is bevestigd (4). Het mi-

(1) Thans onder de firma van Merz *und Sohn.*

(2) Een Beijersche gulden is gelijk aan 1,01 Nederlandsche gulden.

(3) In de: *alte Wieden Feldgasse am Eck der Schmölerlgasse.* N°. 215.

(4) Bij sommige zijner mikroskopen heeft Plössl de zuil met de schar-

kroskoop kan derhalve vertikaal of onder eenen zekeren hellingshoek gesteld worden. De mikroskoopbuis *d* is opgehangen aan den driehoekigen koker *e*, welke zich door een rondsel langs de staaf op en neder beweegt. De voorwerptafel *f* kan door eene fijne schroef *g* iets hooger of lager worden gesteld, terwijl zij van twee diagonaal staande schroeven voorzien is, voor de beweging der voorwerpen in het gezigtsveld. Bovendien kan er een schroefmikrometer op geplaatst worden, voorzien van eenen nonius, die nog $\frac{1}{100000}$ W. duim aangeeft. De verlichtingstoestel voor doorvallend licht bestaat uit eenen hollen spiegel, die aan de achterzijde zwart is, met eene lens tot versterking van het licht, en uit een bol prisma *m* volgens Selligue voor opvallend licht.

De Plössl'sche mikroskopen munten uit door eene zorgvuldige en naauwkeurige bewerking. Echter is de geheele inrigting van het gestel, inzonderheid uithoofde der aanzienlijke hoogte, voor praktisch gebruik minder doelmatig dan die van verscheidene andere, daar men er niet anders dan staande mede arbeiden kan. Ik moet er evenwel bijvoegen, dat Plössl zijne mikroskoopbuis ook uit twee helften vervaardigd, met een naar willekeur daartusschen geplaatst wordend glasprisma, geheel op dezelfde wijze als zulks het eerst door Merz en later door Amici en vele anderen gedaan is, waardoor dan het mikroskoop ook zittend kan gebruikt worden.

Bij dit mikroskoop behooren zeven achromatische dubbellenzen, wier busjes op elkander kunnen worden geschroefd, en waarmede vier of vijf verschillende stelsels worden verkre-

---

nier weggelaten, en de driehoekige stam onmiddelijk op den voet bevestigd, op een van welks pooten dan ook de spiegel is geplaatst.

gen. Volgens de bepaling van von Mohl (1) bedroeg de brandpuntsafstand der vereenigde drie sterkste lenzen van zijn Plössl's mikroskoop 5,15 millim. In den laatsten tijd (1848) is Plössl echter in dit opzigt vooruitgegaan, daar hij, volgens Perty (2), thans ook lenzenstelsels vervaardigd, welker vergrootend vermogen tot dat der vroegere staat als 55 : 28, zoodat hun brandpuntsafstand dus waarschijnlijk ongeveer 2 millim. zal bedragen (3).

Het getal der oculairen is zes. Een daarvan bestaat uit twee achromatische lenzen; deszelfs gezigtsveld is veel kleiner dan dat der andere, en het heeft ook eene geringe vergrooting; het is meer hieraan, dan aan deszelfs bijzondere inrigting dat de meerdere scherpte van het beeld moet worden toegeschreven, daar, gelijk vroeger (Dl. I. bl. 201 en verv.) breeder is uiteengezet, men juist in de aberratie van het oculair een middel heeft, om de tegengestelde aberratie van het objectief te verbeteren.

Overigens munten de Plössische mikroskopen, die ik gezien heb, uit door groote helderheid en scherpte, en worden zij in optisch vermogen voorzeker door weinige overtroffen (4). De vergrooting van het sterkste oculair met het

(1) *Mikrographie*, p. 16.

(2) *Die Bewegung durch schwingende mikroskopische Organe*, Bern. 1848. p. 23.

(3) Radicke, *Optik*. II. p. 353, vermeldt, dat Plössl ook achromatische dubbellenzen heeft vervaardigd uit bergkristal en flintglas. Het voordeel van het geringere kleurschiftingsvermogen van het bergkristal, vergeleken met crownglas, weegt echter ter naauwernood op tegen de mocijelijkheid om de dubbele straalbreking te ontgaan, die aan het bergkristal eigen is.

(4) V. Mohl bevond, dat de 8ste groep van een Nobert's proefplaatje door het sterkste stelsel van zijn mikroskoop werd opgelost. Men mag vermoeden, dat, nu het Plössl gelukt is ook stelsels van nog korteren brandpuntsafstand daar te stellen, deze wel eene groep verder zullen gaan.

(vroegere) sterkste stelsel (N°. 5, 6 en 7) bedraagt 1400 tot 1500 maal.

Het zoo even beschreven mikroskoop kost zonder aplanatisch oculair, schroefmikrometer, enzv. . 195 Conv. Gl. (*f* 241).

Met den schroefmikrometer . . . 275 „ „ (*f* 341).

Het aplanatisch oculair afzonderlijk 10 „ „ (*f* 12,40).

De beweegbare voorwerptafel . . . 12 „ „ (*f* 15,88).

Het prisma om de buis horizontaal te stellen . . . . . 15 „ „ (*f* 18,60).

Plöszl vervaardigt ook eenvoudiger ingerigte zamengestelde mikroskopen, die van een kleiner getal objectiefstelsels vergezeld zijn, en wier prijs daarom geringer is.

Een, waarvan de werktuiglijke toestel in de hoofdzaken met het grootere mikroskoop overeenkomt, doch met vijf achromatische lenzen, kost. . . . . 90 Conv. Gl. (*f* 121,60).

Een ander (Taschen-oder Reise-Mikroskop) met gelijk getal lenzen, doch waarvan het kistje als voetstuk dient. . . . . 80 „ „ (*f* 88,20).

Deze beide mikroskopen, ofschoon zij, wegens het gemis van de sterkste lens, eenen geringeren omvang van vergrooting hebben, zijn echter voor het meerendeel der wetenschappelijke onderzoekingen geheel toereikend. Beperkter is het gebruik van nog een ander zamengesteld zakmikroskoop, dat op zijne prijscourant genoteerd staat tegen den prijs van 45 Conv. Gl. (*f* 60,80), en waarbij slechts drie objectieflenzen behooren.

Korten tijd na Plössl begonnen ook Pistor en F. W. Schiek te Berlijn, achromatische mikroskopen te vervaardigen. Later rigtten zij elk eene afzonderlijke werkplaats op. In 1832 ver-

geleek Ehrenberg (1) onderling de mikroskopen van Chevalier, van Plössl en van Schiek; hij gaf toen aan die van zijne stadgenoot de voorkeur boven die der beide andere makers. Volgens Wagner (2) daarentegen, stonden de Schieksche mikroskopen aanvankelijk iets beneden de Plössische. Tegenwoordig echter schijnen zij volgens het getuigenis, zoowel van Wagner zelven als van Schleiden (3) elkander in optisch vermogen gelijk te komen, terwijl de netheid en naauwkeurigheid, waarmede het gestel van Schiek bearbeid is, door beiden zeer geroemd wordt.

De groote mikroskopen van Schiek (4) komen, wat hunne werktuiglijke inrigting betreft, zoo na overeen met die van Plössl, dat eene bijzondere beschrijving overbodig is. Zij onderscheiden zich alleen door de wijze, waarop de diaphragmata onder de opening der voorwerptafel zijn aangebragt, waarin zij wederom geheel overeenkomen met de groote mikroskopen van Oberhäuser (oud model).

In het optische gedeelte wijkt hij echter van Plössl af, daar hij, — even als de tegenwoordige fransche en engelsche makers, als ook Amici bij zijne latere mikroskopen, — zijne lenzen tot bepaalde stelsels verbindt. Drie zulke stelsels behooren bij zijn mikroskoop, elk bestaande uit drie achromatische dubbellenzen. Het getal der oculairen is vijf, waarvan een aplanatisch is. Het vergrootend vermogen bedraagt 15 tot 1000 maal. Met al zijn toebehooren, waaronder een schroefmikrometer, compressorium enzv., is de prijs van dit mikroskoop. . . . . 200 Thaler (*f* 554).

---

(1) *Poggend. Ann.* 1832. XXIV. s. 189.

(2) Wagner's *Wörterbuch der Physiologie*, art. *Mikroskop* p. 443.

(3) *Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde*, 1847. IV. N°. 1.

(4) Friedrich Wilhelm Schiek, *Marien-Strasse*, N°. 1.

Een iets kleiner zamengesteld mikroskoop, maar dat overigens nagenoeg het gestel van het grootere bezit, en waarbij zes dubbellenzen behooren, met vier oculairen en vergrooting van 15 tot 800 maal, kost. . . . . 110 Thaler (*f* 194,70).

Door bijvoeging van eenen schroefmikrometer wordt de prijs van dit zelfde werktuig. . . . . 140 Thaler (*f* 247,80).

Een nog eenvoudiger ingerigt en kleiner zamengesteld mikroskoop, doch waarbij dezelfde lenzen als bij het vorige behooren, en met nagenoeg gelijke vergrooting, kost. . . . . 80 Thaler (141,60).

Ook heeft Schiek mikroskopen vervaardigd naar het model van die van Oberhäuser. De grootere met trommelvormigen voet en beweegbare voorwerptafel, die tevens als schroefmikrometer dienen kan (in welk opzigt zij zich van de Oberhäusersche werktuigen onderscheiden), en waarbij negen objectieflenzen of drie stelsels met vier oculairen behooren, terwijl het vergrootend vermogen van 18 tot 800 maal bedraagt, kosten. . . . . 150 Thaler (*f* 230).

De prijs der kleinste werktuigen, waarbij vier objectieflenzen en twee oculairen gevoegd worden, met eene vergrooting van 40 tot 500 maal, is. . . 40 Thaler (*f* 70,80).

Verlangt men meerdere stelsels, dan kan men deze ook afzonderlijk bekomen. Een stelsel van drie dubbellenzen met zwakke vergrooting, kost. . . . . 12 Thaler (*f* 21,24).

Een dergelijk, sterk vergrootend. . . 18 „ (*f* 31,86).

Minder algemeen in gebruik dan de werktuigen der beide vorige makers, zijn de mikroskopen van Pistor en Martins (1). Zij komen, te oordeelen naar de beschrijving in

(1) Vroeger Pistor en Hirschmann, *Berlijn*, *Marienstrasse* N°. 31.

hunne prijscourant, in optische zamenstelling nagenoeg geheel overeen met die van Schiek. Of zij er ook in optisch vermogen mede gelijk staan, is mij niet bekend.

Het gestel der grootere mikroskopen is tweederlei. Het eene verschilt niet belangrijk van dat der Plössl'sche en Schiek'sche werktuigen; het andere gelijkt meer naar dat der Oberhäuser'sche, waarvan het zich evenwel onderscheidt door drie stelschroeven, om de voorwerptafel waterpas te stellen, en eene beweegbare slede, die tevens als schroefmikrometer dient, terwijl de grove instelling door een rondsel geschiedt, de fijne door eene mikrometerschroef. Als niet bij andere mikroskopen voorkomende vermeld ik hier eenen klemring, welke over de mikroskoopbuis verschuifbaar is, en dient, eensdeels om te beletten, dat de objectieflens tegen het voorwerp stoot, anderdeels om de stelling der buis voor eenen gevonden brandpuntsafstand spoedig te kunnen terugvinden. Bovendien treft men bij deze mikroskopen eenen oculairschroefmikrometer aan. Met negen objectieflenzen tot drie stelsels vereenigd, en vijf oculairen, waarvan een aplanatisch is, kunnen vergrootingen van 25 tot 1200 maal verkregen worden. Met nog veel toebehooren is de prijs van dit werktuig 250 Thaler (*f* 442,50).

Hetzelfde werktuig met zes objectieflenzen, die met vier oculairen 25 tot 1000 maal vergrooten, zonder oculairschroefmikrometer, aplanatisch oculair en andere hulpwerktuigen . . . . . 150 Thaler (*f* 250,00).

Hetzelfde, zonder voorwerp-schroefmikrometer . . . . . 115 Thaler (*f* 205,55).

Hetzelfde werktuig, waarbij de grovere instelling niet door een rondsel, maar door schuiving met de hand geschiedt . . . . . 110 Thaler (*f* 194,70).

Nog andere mikroskopen worden door Pistor en Martins

op hunne prijscourant vermeld, welker optelling hier echter overbodig schijnt. Het zij genoeg hier bij te voegen, dat zij ook mikroskopen vervaardigen geheel naar het Oberhäuser-sche model, de grootere tegen 60 Thl. (/ 106) tot 75 Thl. (/ 130), die der kleinste soort voor 35 Thl. (/ 52) tot 50 Thl. (/ 89). Bij de laatsten behooren vijf objectieflenzen, die met twee oculairen van 25 tot 400 maal vergrooten. Voor afzonderlijke objectiefstelsels betaalt men evenveel als bij Schiek.

Alle tot hiertoe genoemde Duitsche makers van mikroskopen stammen nog af uit het tijdperk, toen men het eerst begon achromatische lenzenstelsels te vervaardigen. Onder de lateren heeft zich gunstig bekend gemaakt F. A. Nobert te Greisswald, inzonderheid door een in 1846 geschreven lezenswaardig opstel (1) over de wijze om het optisch vermogen der mikroskopen te toetsen, door middel van zijn reeds (Dl. I. bl. 404) beschreven proefplaatje, hetwelk ook mij in den loop van dit geschiedverhaal gediend heeft, om de betrekkelijke deugd der mikroskopen, welke op verschillende tijden en door onderscheiden makers vervaardigd zijn, bij benadering in cijfers uit te drukken. In dit opstel deelt Nobert mede, dat het hem gelukt is objectiefstelsels daar te stellen, welke met het zwakste oculair (2) eene 510 tot 720 malige vergrooting geven. Met de eerste vergrooting wordt, bijna bij iedere stelling van den spiegel, de 8ste groep opgelost, terwijl hij van de 9de met eene 720 malige vergrooting bij lamplicht hoogst fijne aanduidingen erkende. Deze uitkomst bewijst, dat de

(1) Poggend. *Ann.* LXVII. p. 173.

(2) Hij voegt er niet bij hoe groot de brandpuntsafstand van dit stelsel, en het vergrootend vermogen van het door hem » zwakst" genoemde oculair is.

objectiefstelsels door Nobert in 1846 vervaardigd, tot de voor dien tijd zeer goede behoorden. Ook heeft hij later nog belangrijke vorderingen gemaakt. Het is hem namelijk in den loop van dit jaar (1849) gelukt, bij zijn proefplaatje nog twee groepen te voegen van streepjes, welke digter bij elkander staan dan die in de 10de groep, welke vroeger de moeijelijkst oplosbare was, en van dit nieuwe proefplaatje de 11de groep (bij lamplicht?) behoorlijk in streepjes opgelost te zien. Schleiden zoude aan sommige zijner stelsels de voorkeur boven die van een Amicisch mikroskoop hebben gegeven (1).

Nog meen ik hier niet met stilzwijgen te mogen voorbijgaan, dat Nobert, in plaats van canadabalsem, dammarhars tusschen de flint- en crownglaslenzen brengt.

De werktuiglijke inrigting zijner mikroskopen is mij slechts gebrekkig bekend. In zijne prijscourant (2) wordt alleen vermeld, dat de grootere werktuigen eene ronde of vierkante voorwerptafel hebben met beweegbare slede en eenen schroefmikrometer, welke 10,000ste deelen eener lijn aangeeft. Het getal der objectieflenzen is tien tot twaalf, met drie oculairen, waardoor eene 30 tot 2200 malige vergrooting wordt verkregen. Een der oculairen heeft eenen verdeelden rand, waardoor het tevens als goniometer dient. De verlichtingstoestel bestaat uit eenen hollen spiegel met eene lens, waardoor de lichtstralen weder paralel worden gemaakt, alvorens zij het voorwerp treffen. De grove instelling geschiedt door de buis met een rondsel op en neêr te bewegen, de fijne door een getand rad aan de voorwerptafel, waarop eene schroef zonder einde werkt. De prijs van dit werktuig met

(1) Schumacher's *Astronom. Nachr.* 1849. *Ergänzungheft.* S. 93.
(2) Pogg. *Ann.* LXVII. S. 295.

toebehooren is . . . . . 150 Thl. (*f* 250).

Zonder schroefmikrometer en met zeven tot acht objectieflenzen . . . . . 100 Thl. (*f* 177).

Een klein achromatisch mikroskoop van eigendommelijk (niet beschreven) maaksel, in eenen koperen koker van 2 duim doormeter en 7 duim lengte, en derhalve gemakkelijk in den zak te dragen, met vier objectieven en een oculair, met vergrootingen van 30, 60, 120 en 250 maal, 28 Thl. (*f* 49,56).

Er zijn in Duitschland nog andere vervaardigers van mikroskopen, omtrent wier werktuigen mij echter te weinig bekend is, dan dat ik dezelve anders dan in het voorbijgaan kan vermelden.

Daartoe behoort Kriegsmann te Maagdeburg, wiens mikroskopen sedert 1844 in de *Botanische Zeitung* (1) zijn aanbevolen, als in helderheid en vergrooting met de Schiecksche voor het minst gelijk staande. Een naar het model der kleine Oberhäusersche vervaardigd mikroskoop met vergrootingen tot 500 maal, kost bij hem 40 Thl. (*f* 70,80).

Verders moeten hier nog genoemd worden Meyerstein (2) te Göttingen, wiens mikroskopen mede eene vergelijking met de Schiecksche en Oberhäusersche goed zouden kunnen doorstaan, en Matthiessen te Altona, die in 1844 een kort berigt over zijne mikroskopen aan de Fransche akademie zond (3), waaruit blijkt dat hij zich inzonderheid heeft toegelegd op de vervaardiging van kleine achromatische lenzen,

---

(1) Jaargang 1844 p. 456; 1845 p. 608.

(2) Eene aanbeveling zijner mikroskopen vindt men in de *Dissertatio inauguralis* van Bojung Scato Georg, *De evolutione sporidiorum in capsulis muscorum.* Göttingen 1844.

(3) *Comptes rendus* XVIII. p. 1158.

tot van $\frac{3}{4}$ millimeter in doormeter, terwijl hij, ter verlenging van den brandpuntsafstand, eenen divergerenden meniscus achter het lenzenstelsel plaatst. Het spreekt echter van zelf, dat men, om over de deugdzaamheid zijner mikroskopen te oordeelen, meerdere waarborgen zoude behoeven dan de kleinheid van den doormeter des objectiefs.

416. Terwijl op het vasteland van Europa zulke groote vorderingen gemaakt werden in de kunst om veelvermogende mikroskopen te vervaardigen, bleef men ook in Engeland daarin niet achterlijk.

Reeds zagen wij (bl. 176) dat William Tulley, voorgelicht en aangemoedigd door C. R. Goring, zich op de vervaardiging van achromatische lenzen had toegelegd en er eene had tot stand gebragt van 22 millim. brandpuntsafstand en 18° openingshoek. Eenigen tijd later vervaardigde hij een ander, even als het vorige, uit drie enkele lenzen bestaand achromatisch voorwerpglas van 13 millim. brandpuntsafstand, hetwelk vóór het eerste geplaatst werd, zoodat eene combinatie ontstond, waarvan de brandpuntsafstand 9 millim. bedroeg, terwijl de openingshoek tot 38° vergroot was (1).

Eenen zeer gewigtige invloed op de verbetering van het mikroskoop in Engeland oefende Joseph Jackson Lister uit, die het gebruik van plano-convexe achromatische dubbellenzen, zoo als zij reeds door Chevalier vervaardigd waren, aanbeval, en op theoretische gronden de beste wijze aantoonde, waarop zij tot stelsels konden verbonden worden (2). Vroeger reeds zocht hij verbeteringen aan te bren-

(1) *Philos. transact.* 1830. p. 187.

(2) In zijne in 1830 in de *Philos. transact.* verschenen verhandeling, waarvan de hoofdinhoud gevonden wordt in § 61 van het Ste Deel.

gen in het gestel der mikroskopen, en onder zijne leiding vervaardigde in 1826 James Smith een zamengesteld (doch niet achromatisch) mikroskoop (1), waaraan reeds verscheidene van die mechanische verfijningen werden aangetroffen, door welke de latere engelsche mikroskopen zoo zeer uitmunten.

Na Tulley is het in de eerste plaats Andrew Pritchard te Londen (2), die als vervaardiger van achromatische mikroskopen in Engeland hier moet genoemd worden. Ondersteund door Goring, die door het in gebruik brengen van een aantal proefvoorwerpen, welke voor het onderzoek van een mikroskoop boven andere geschikt zijn, merkelijk toegebragt heeft tot bevordering hunner trapswijze volmaking, vervaardigde Pritchard sedert 1829 achromatische lenzenstelsels, die weldra de vergelijking met de toenmalige Chevalierschc en Amicischc konden doorstaan.

Het eerste gestel (3), waarop deze lenzenstelsels werden toegepast, was naar de denkbeelden en voorschriften van Goring vervaardigd, die er den trouwens reeds in veel vroegeren tijd (verg. bl. 56 noot) gebruikten naam van *engiscoop* aan gaf. Het is afgebeeld in Pl. VI. fig. 4.

Op eenen drievoet met uitslaande poten, en bovendien nog rustende op de schroef *e*, die hooger en lager kan worden gezet, verheft zich eene holle cylindrische zuil, waarin zich eene tweede *d* bevindt, die in de eerste kan worden rond-

---

(1) Quekett, l. c. p. 37, waar ook de afbeelding van dit mikroskoop voorkomt.

(2) *Fleetstreet*, N°. 162.

(3) Het eerst beschreven in de *Microscopic Illustrations bij* C. R. Goring *and* A. Pritchard. London. 1830. De derde of laatste en veel vermeerderde druk van dit werk is van 1845.

gedraaid, en met haar het geheele ligchaam des mikroskoops. Aan den top dier tweede zuil is eene ronde komvormige holte, waarin de bol *f* bevat is, met welken het stuk *h* is verbonden, dat de stijl *c c* en de vierkante voorwerptafel *j* draagt. Door middel dezer bolgeleding kan derhalve het geheele wertuig in allerhande rigtingen worden gebragt, en onder allerlei hoeken gesteld, terwijl de schroef en staaf *g* dienen om den bol in de holte onbeweeglijk vast te klemmen Langs de holle cylindrische staaf *c c* schuiven op en neder drie klemringen *m m m*; de onderste van deze draagt den cironden spiegel *p*, welke aan de andere zijde met gips is bekleed; de tweede is bestemd om aan de pen *i* de voorwerptafel te kunnen vastschroeven; met de derde is eene groote verlichtingslens *n* verbonden. In de holte der staaf *c c* beweegt zich, door het rondsel *s*, de van tanden voorziene staaf *b*; deze is driehoekig met afgestompte kanten, en past in de driehoekige holte van twee stukken, die zich binnen in het bovenste gedeelte der staaf *c c* bevinden. Op deze driekantige, of eigenlijk zeskantige staaf rust de arm *w*, die aan de eene zijde de mikroskoopbuis *a*, aan de andere de lenzen draagt, wanneer het werktuig als enkelvoudig mikroskoop gebruikt wordt. Deze arm kan heen en weder worden geschoven in het stuk *v*, door middel van het rondsel *b*, terwijl zij eene draaijende horizontale beweging bezit door de getande schijf *t*, waarin eene schroef zonder einde *u* grijpt.

Goring was, bij het ontwerpen van dit gestel, uitgegaan van het standpunt, dat een zamengesteld mikroskoop zoodanig behoort te zijn ingerigt, dat het onder allerlei omstandigheden en voor allerlei soort van onderzoekingen geschikt is. Van daar de menigvuldige bewegingen, waar-

voor alle de deelen van het werktuig vatbaar zijn. Doch om hiermede eenen genoegzamen graad van stevigheid van het geheel te verbinden, moest het gansche werktuig zeer groot en zwaar, en daardoor onhandelbaar worden. En daar bovendien de meeste dier bewegingen slechts in een zeer beperkt getal gevallen van werkelijk nut zijn, zoo heeft Pritchard teregt aan zijne eigene mikroskopen later eene andere inrigting gegeven.

Eene afbeelding van een in 1857 vervaardigd Pritchard'sch mikroskoop vindt men in Pl. VII. fig. 5. Zij behoeft ter naauwernood eene verklaring, vooral omdat het voornaamste gedeelte van den toestel geheel overeenkomt met die van zijn enkelvoudig mikroskoop (waarvan de beschrijving op bl. 108 gegeven is), en waarin het dan ook dadelijk kan veranderd worden, door verwijdering van de mikroskoopbuis *a* uit den ring, waarin deze geschroefd is. Dit gestel is inzonderheid daarom beter dan het Goringsche, omdat, behalve de snelle beweging der voorwerptafel door een rondsel, waarvan de breede gerande knop bij *b* gezien wordt, hier ook voor eene langzame beweging gezorgd is, door eene in de buis *c* verborgen mikrometerschroef, waarvan de knop bij *k* uitsteekt, op de wijze zooals dit vroeger beschreven is.

In hetzelfde jaar beschreef Pritchard (1) eene andere inrigting tot fijne instelling der voorwerpen, welke onder de besten behoort, en daarom hier vermelding verdient (2). Aan de voorwerptafel (zie fig. 4) is namelijk eene plaat bevestigd, waardoor zich eene schroef beweegt, welke in eene kegelvormige spits uitloopt. Deze spits werkt tegen het stuk

(1) *Mikrographie*, p. 218.

(2) Nog andere heeft hij beschreven in het *Microscopic Cabinet*. Ch. XV.

dat de voorwerpen draagt, in dier voege dat dit daardoor, als door een hellend vlak, opwaarts gedreven wordt, terwijl het daarentegen benedenwaarts gedrukt wordt door eene daarboven aangebragte veer.

De in de laatste jaren door Pritchard vervaardigde mikroskoopgestellen (1) verschillen van het in fig. 5 afgebeelde hoofdzakelijk alleen daarin, dat de stam, in plaats van op eenen drievoet, op eenen ronden voet rust, en dat de zuil, die het mikroskoopligchaam draagt, om hare as kan gedraaid worden, iets waarvan echter de meerdere kosten ter naauwernood door het nut schijnen te worden opgewogen. De ronde voet daarentegen is goedkooper, en neemt bovendien minder ruimte in dan de drievoet, welke op hare beurt echter het voordeel heeft van op eenen niet volkomen vlakken bodem toch altijd vast te staan.

Wat den optischen toestel der Pritchardsche zamengestelde mikroskopen betreft, zoo schijnt hij tot voor weinige jaren, alle anderen vooruit geweest te zijn, in de vervaardiging van objectiefstelsels met zeer korten brandpuntsafstand. In 1837 werden er reeds vermeld, waar deze niet meer dan $\frac{1}{18}$ E. duim (1,4 millim.) bedroeg (2), en derhalve zoo gering was als ook thans nog door weinigen bereikt wordt.

Bij zijne mikroskopen zijn gewoonlijk zes achromatische lenzenstelsels gevoegd, welker brandpuntsafstanden en openingshoeken, volgens zijne eigene opgave (3) de volgende zijn.

---

(1) Zie eene afbeelding van zulk een nieuw Pritchardsch mikroskoop in de derde in 1845 verschenen uitgave der *Microscopic Illustrations*. p. 88.

(2) *Micrographia*, London. 1837. p. 16.

(3) *Microsc. Illustr.* 3de uitg. p. 99.

	Brandpuntsafstand.		Openingshoek.
2 E. duim	= 50,8	millim.	10°.
1 „	„ 25,4	„	15°.
$\frac{1}{2}$ „	„ 12,7	„	22°.
$\frac{1}{4}$ „	„ 6,4	„	40°.
$\frac{1}{8}$ „	„ 3,2	„	50°.
$\frac{1}{16}$ „	„ 1,6	„	70°.

Hij voegt er drie oculairen bij, welker vermogen tot elkander staat als 1, 2 en 4, en waarmede vergrootingen van 20 tot 3000 malen kunnen worden verkregen.

Ik kan hier geen oordeel uitspreken over de betrekkelijke deugdzaamheid der Pritchardsche mikroskopen, aangezien ik dezelve niet door eigen beproeving ken. Dat zij geduderen verscheidene jaren tot de beste bestaande behoord hebben, lijdt geen twijfel. Het schijnt echter dat Pritchard zich in den laatsten tijd door andere zijner landgenooten, en zoo ook door eenigen op het vaste land, heeft laten voorbijstreven. Uit het door hemzelven medegedeelde tafeltje van de openingshoeken zijner lenzenstelsels blijkt dan ook, dat deze geringer zijn dan bij de Amicische en bij die, welke door Ross en door Powell worden vervaardigd. Ook missen de Pritchardsche mikroskopen een correctiemiddel voor den invloed der dekplaatjes, hetwelk algemeen bij de overige nieuwere Engelsche mikroskopen wordt aangetroffen.

De prijs van het groote mikroskoop van Pritchard met een volledig stel lenzen en verder toebehooren bedraagt van . . . . . £ 65 (*f* 756) tot £ 90 (*f* 1080).

Hij levert echter ook eenvoudiger ingerigte werktuigen, welker prijs verschilt van £ 26 en 5 sh. (*f* 315) tot £ 5 en 5 sh. (*f* 65).

De laatste zijn bepaaldelijk bestemd voor geneeskundige onderzoekingen.

Lenzenstelsels van 1 tot $\frac{1}{3}$ duim brandpuntsafstand kosten. . . . . ℒ 2 (*f* 24).

Van $\frac{1}{7}$ duim brandpuntsafstand . . . ℒ 2 : 5 sh. (*f* 27).

„ $\frac{1}{10}$ „ $\frac{1}{12}$ duim. . . . . ℒ 3 (*f* 36).

Het is hier ook de plaats, om eene handelwijze nader te beschrijven, welker toepassing blijkbaar eenen grooten invloed heeft gehad op de elkander opgevolgde verbeteringen, die het achromatisch mikroskoop in Engeland ondergaan heeft. Ik bedoel de handelwijze het eerst door Lister in 1830 aanbevolen, om den openingshoek van lenzenstelsels te vinden, en waarover reeds in het I^ste^ Deel bl. 360 met een woord gesproken is.

Het werktuig door Goring uitgedacht, om deze handelwijze van Lister in toepassing te brengen, is afgebeeld in Pl. VII. fig. 6. De buis *c* van een gewoon zamengesteld mikroskoop, waarvan *b* het objectief is, terwijl zich in *d* eene inrigting bevindt, om het op den juisten afstand te brengen van het in *c* geplaatste voorwerp, rust op twee stijlen, welke bevestigd zijn op eene koperen plaat, die over eene tweede koperen plaat, waarop eene cirkelverdeeling gesneden is, draaijen kan om de spil in *i*, in welks verlenging in *h* eene fijne naald vertikaal gesteld is, zoodat de punt door het mikroskoop kan worden gezien.

Wil men nu met dit werktuig den openingshoek van een objectiefstelsel meten, dan plaatst men eene kaars op eenige voeten afstands, op zulk eene hoogte dat haar licht in de buis valt. Vervolgens stelt men de mikroskoopbuis zoo, dat daardoor de spits der naald wordt waargenomen, en draait

nu het werktuig om de spil in *i*, tot dat de eene helft van het veld zich verlicht vertoont; daarop draait men hetzelve totdat de andere helft van het veld verlicht wordt gezien; de boog, tusschen de beide grenspunten der draaijing bevat, is dan gelijk aan den openingshoek van het stelsel.

Indien men een mikroskoop heeft, waarvan, gelijk b. v. dat in Pl. VII. fig. 5, de buis horizontaal kan gesteld worden, en tevens om eene spil draaijen, dan kan men ook dit zeer goed gebruiken om den openingshoek der objectiefstelsels te meten. De wijze, welke ik gewoonlijk hierbij volg, bestaat daarin, dat de voet van het mikroskoop geplaatst wordt op een blad papier of karton, waarop een halve in 180° verdeelde cirkel getrokken is. Hierbij wordt gezorgd, dat het middelpunt van den cirkel juist valt in de as van draaijing. De stijl met de daaraan bevestigde buis (die, zoo zij te kort wezen mogt, door eene hulpbuis verlengd worden kan) wordt nu horizontaal gesteld, en aan het eene einde een metalen pen opgehangen aan eenen draad, zoodanig dat de punt der pen, zich digt boven den verdeelden cirkelboog bevindende, als wijzer kan dienen. Midden op de stijl, en wel juist in de rigting der draaijingsas, wordt op een stuk kurk eene naald gestoken, waarvan de punt als voorwerp dient. Het is duidelijk dat, door dan het mikroskoop naar eene op eenige voeten afstands geplaatste kaars te keeren, en te draaijen, totdat beurtelings de eene of de andere helft van het gezigtsveld verlicht wordt gezien, men op deze wijze even goed den openingshoek kan meten als met een opzettelijk daarvoor bestemd werktuig. Ook is mij bij het gebruik gebleken, dat de waarneming gemakkelijker en voor het minst even naauwkeurig is, indien men, het mikroskoop ingesteld hebbende, het oculair verwijdert, en nu de

buis draait, totdat men beurtelings het beeldje der kaars aan den eenen en aan den anderen rand van het objectief ziet verdwijnen. De doorgeloopen hoek is dan mede gelijk aan den gezochten openingshoek. Deze laatste methode heeft het voordeel, van zelfs met zeer sterke objectiefstelsels ook des daags te kunnen gebruikt worden, zonder dat het noodig is de kamer vooraf donker te maken, daar het kleine beeldje der kaarsvlam zich duidelijk genoeg vertoont.

In tijdorde op Pritchard volgt Andrew Ross te Londen (1). Hij begon in 1832 achromatische lenzen te vervaardigen, na zich reeds in het vorige jaar te hebben bekend gemaakt als een bekwaam werkman, door de vervaardiging van het boven (bl. 109) beschreven enkelvoudig mikroskoop, en na bovendien in de gelegenheid geweest te zijn om zich met de theorie van het achromatisme goed bekend te maken, daar hij Barlow vroeger behulpzaam geweest was in de daarstelling van diens vloeibaar voorwerpglas voor verrekijkers, waarbij hij tevens de noodige berekeningen had verrigt voor de krommingen, welke aan deze lens behoorden gegeven te worden (2).

Ross heeft zich inzonderheid veel moeite gegeven, om den openingshoek der lenzenstelsels te vergrooten, en dit is hem dan ook zoo zeer gelukt, dat hij onder alle thans levende makers van mikroskopen in dit opzigt bovenaan staat. Het volgende overzigt van zijne vorderingen in dezen, zoo als zij door hem zelven medegedeeld zijn (3), is daarom niet zonder belang.

(1) *Featherstone Buildings, Holborn.* N°. 2.
(2) Quekett, l. c. p. 41.
(3) Quekett, l. c. p. 430.

Jaar der vervaardiging.	Brandpuntsafstand.	Openingshoek.
1832.	1 E. d. = 25,4 millim.	14°.
1835.	,, ,, ,, ,, ,, ,,	18°.
1854.	$\frac{1}{4}$,, ,, ,, 6,5 ,,	55°.
1836.	1 ,, ,, ,, 25,4 ,,	15°.
,,	$\frac{1}{8}$,, ,, ,, 5,2 ,,	60°.
,,	$\frac{1}{10}$,, ,, ,, 2,5 ,,	72°.
,,	1 ,, ,, ,, 25,4 ,,	22°.
,,	$\frac{1}{8}$,, ,, ,, 5,2 ,,	64°.
1842.	$\frac{1}{2}$,, ,, ,, 12,7 ,,	44°.
,,	$\frac{1}{4}$,, ,, ,, 6,3 ,,	65°.
,,	$\frac{1}{8}$,, ,, ,, 5,2 ,,	74°.

In 1844 bezocht Amici Engeland, en bragt aldaar een stelsel mede, waarbij, in plaats van flintglas, gebruik was gemaakt van het zware glas van Faraday. Dit stelsel had eenen brandpuntsafstand van $\frac{1}{7}$ E. d. of 3,6 millim. en eenen openingshoek van 112°. Ross vervaardigde een stelsel van gelijke zamenstelling, maar vond het glas van Faraday te week en te broos, zoodat het ongeschikt was voor eene fijne polituur. Hij verwierp het daarom, en wederom gewoon flintglas gebruikende gelukte het hem eindelijk aan stelsels van $\frac{1}{8}$ d. (3,2 millim.) eenen openingshoek van 85°, en aan stelsels van $\frac{1}{12}$ d. (2,1 millim.) brandpuntsafstand den inderdaad verbazend grooten openingshoek van 155° te geven.

De objectiefstelsels, welke Ross tegenwoordig gewoonlijk bij zijne mikroskopen voegt, hebben de volgende brandpuntsafstanden en openingshoeken:

Brandpuntsafstand.		Openingshoek.
2 E. duim	= 50,8 millim.	12°.
1 „ „ „	25,4 „	22°.
$\frac{1}{2}$ „ „ „	12,7 „	45°.
$\frac{1}{4}$ „ „ „	6,4 „	65°.
$\frac{1}{8}$ „ „ „	5,2 „	80°.
$\frac{1}{12}$ „ „ „	2,1 „	120°.

Vergelijkt men deze met de op bl. 210 door mij medegedeelde uitkomsten van het onderzoek der lenzenstelsels van een Amicisch mikroskoop, dan blijkt, dat de zwakkere stelsels van Ross voor deze iets onderdoen, maar dat het sterkste stelsel daarentegen dat van Amici merkelijk in grootte van openingshoek overtreft, doch tevens eenen iets korteren brandpuntsafstand heeft.

Ook is Ross in Engeland de eerste geweest, die opmerkte, dat een stelsel, hetwelk bleek goed aplanatisch te wezen, zoolang de daardoor beschouwde voorwerpen onbedekt waren, ophoudt zulks te zijn, na bedekking met een dekplaatje. Hij deed deze ontdekking in 1857 (1), en, naar het schijnt, zonder te weten, dat reeds Amici verscheidene jaren vroeger (1829) denzelfden invloed had opgemerkt. Hij sloeg dan ook eenen geheel anderen weg in dan deze, om dien invloed onschadelijk te maken. Hij deed dit namelijk, door verandering van den afstand tusschen de sterkste benedenste lens en de beide bovenste. Fig. 2. Pl. VIII stelt zijne inrigting in doorsnede voor. Aan het einde der buis *a* bevindt zich de voorste of benedenste lens; deze buis glijdt over de buis *b*, waarin de overige lenzen bevat zijn. De buitenste buis *a* kan dan, ten einde eene wijziging in den

(1) *Transact. of the Society of Arts.* 1837. XLVIII. p. 8.

afstand tusschen de lenzen te brengen, over de binnenste bewogen worden, door omdraaijing van de schroef *c*. In de buis *a* is eene opening, waardoor men een streepje *d* ziet, hetwelk op de binnenste buis gegraveerd is, terwijl op de buitenste buis twee streepjes *e e'* zijn, een langer en een korter. Wanneer het langere streepje met het streepje op de binnenste buis zamenvalt, is het stelsel bruikbaar voor een onbedekt voorwerp, en, indien het kortere streepje daarmede op eene lijn staat, dan is het stelsel verbeterd voor het gebruik van een dekplaatje van $\frac{1}{100}$ E. duim ($\frac{1}{4}$ millim.) dikte.

Wanneer wij deze inrigting vergelijken met die van Amici (bl. 208), dan is zij voorzeker merkelijk eenvoudiger, doch aan den anderen kant is het ook waar, dat zij in de keuze der dekplaatjes eene veel mindere ruimte overlaat, daar men met het Amicisch mikroskoop bepaalde combinatiën heeft om te gebruiken, zonder dekplaatje, of met dekplaatjes van $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, 1 en $1\frac{1}{2}$ millimeter dikte.

De gestellen door Ross vervaardigd zijn meer of minder zamengesteld, en bij gevolg ook meer of minder kostbaar.

Het volledigste dezer gestellen, hetwelk in 1845 door hem beschreven is (1), is afgebeeld op Pl. VIII. fig. 1.

A A zijn twee regtopstaande stukken (2), bevestigd op eenen zwaren drievoet *B*. Bij *c* is eene as, waarom het geheele werktuig in een vertikaal vlak draait. Dit is zoodanig ingerigt, dat het draaipunt nagenoeg in het zwaartepunt van

(1) In het *London Physiological Journal*.

(2) Het gebruik van twee zuilen of stammen, in de plaats van eene, om er het ligchaam des mikroskoops horizontaal door te kunnen stellen, is het eerst ingevoerd in 1838 door George Jackson. (*Microsc. Journ.* I. p. 177).

het geheel ligt. De voorwerptafel *kk* kan in twee regthoekige rigtingen bewogen worden, over eene ruimte van een E. duim, door middel van de gegroefde cijlinders *aa*, welke in beweging worden gebragt door omdraaijing der gerande knoppen *b* en *b'*. De drichoekige staaf *d*, welke den arm *g* met de mikroskoopbuis *h* draagt, wordt door de gerande knoppen *ee* op en neder bewogen, terwijl voor de fijnere instelling de gerande knop *f* dient. Deze is verbonden met eene schroef en hefboom, welke bij iedere geheele omdraaijing de mikroskoopbuis $\frac{1}{300}$ duim doet rijzen of dalen. De andere gerande knop *l* klemt den arm *g* vast op de drichoekige staaf *d*.

Nog verscheidene andere gestellen van eenigzins verschillenden vorm worden door Ross vervaardigd, doch het zal onnoodig zijn deze alle hier te beschrijven (1). Bij alle zijne werktuigen is Ross bedacht geweest hun eene groote mate van stevigheid te geven, ten einde schudding en beving zooveel mogelijk te voorkomen. Zelfs heeft hij met dit doel eenen bijzonderen toestel uitgedacht, om den voet van het mikroskoop vast te stellen. Deze is afgebeeld in Pl. VIII. fig. 5; *f* is het uiteinde van eene der pooten van den drievoet rustende op een stuk vilt *a*, dat op de tafel is gelegd. Op den voet is eene kram, waarin het haakvormig omgebogen uiteinde eener spiraalveer grijpt, welke stuit tegen eene plaat, die door de schroef *b* kan naar beneden gedrukt worden. Deze schroef beweegt zich in de plaat *cc*, die gedragen wordt door drie pootjes, waarvan slechts twee in de figuur te zien zijn.

---

(1) Afbeeldingen en beschrijvingen vindt men in de *Penny Cyclopaedia art. Microscope*. en bij Quekett, p. 86.

Deze inrigting, hoewel vernuftig uitgedacht, schijnt mij echter toe weinig aan het oogmerk te beantwoorden, daar de belangrijkste oorzaak der beving van het mikroskoop, de schudding namelijk van de muren van het gebouw, waarin men werkzaam is, door rijtnigen als anderzins, daardoor wel nimmer geheel kan worden weggenomen.

De prijzen der mikroskopen van Ross zijn de volgende:

Het boven beschreven gestel met volledigen werktuiglijken toestel en twee oculairen, maar zonder objectiefstelsels, kost . . . . . 56 £ 10 sh. (*f* 457).

Een kleiner mikroskoop doch van dergelijke werktuiglijke inrigting als het eerste . . . . . 16 £ 16 sh. (*f* 201,60).

Van het eenvoudigst ingerigte zijner mikroskopen kost het gestel alleen. . . . . 5 £ 10 sh. (*f* 65).

Ditzelfde met twee oculairen en twee achromatische objectiefstelsels van 1 duim en $\frac{1}{4}$ duim brandpuntsafstand . . . . . 14 £ 15 sh. (*f* 177).

Zoowel bij dit als bij de andere mikroskopen, kan men overigens de objectiefstelsels afzonderlijk ontbieden. De prijs daarvan is:

Van	2	duim	brandpuntsafstand	5 £	(*f* 56).
»	1	»	»	5 » 10 sh.	(*f* 41).
»	$\frac{1}{2}$	»	»	5 » 5 »	(*f* 65).
»	$\frac{1}{4}$	»	»	5 » 5 »	(*f* 65).
»	$\frac{1}{8}$	»	»	8 » 8 »	(*f* 106).
»	$\frac{1}{12}$	»	»	12 » 0 »	(*f* 144).

Zijn groot zamengesteld mikroskoop voorzien van al de objectiefstelsels kost derhalve 890 gulden, de beide anderen naar evenredigheid minder.

Eenige jaren na Ross, namelijk in 1834, begon Hugh

Powell (1), die vroeger zich met de vervaardiging van andere natuurkundige werktuigen had bezig gehouden, zich ook op die van mikroskopen toe te leggen, en bragt het hierin binnen weinige jaren zoo ver, dat de roem zijner werktuigen thans in Engeland niet geringer is, dan die zijns voorgangers.

Het eerst maakte hij zich bekend door de beschrijving eener zeer vernuftige wijze voor de fijne instelling der voorwerptafel (2). De langzame beweging wordt hier namelijk verkregen door de tafel te doen rusten op drie pootjes, waaronder drie hellende vlakken te gelijker tijd door ééne schroef worden bewogen, waarvan ééne omdraaijing de tafel $\frac{1}{300}$ duim doet rijzen of dalen. Op den knop der schroef zijn twintig verdeelingen gemaakt, waardoor dus $\frac{1}{6000}$ d. wordt aangegeven, en het werktuig bovendien geschikt is om als focimeter te dienen. Doch ook in de daarstelling van het optische gedeelte maakte Powell snelle vorderingen, zoodat het hem in 1840 gelukte een achromatisch voorwerpglas te vervaardigen van $\frac{1}{150}$ E. d. (1,6 millim.) brandpuntsafstand, waarvan een bevoegd beoordeelaar Quekett (3) zegt: »*it is in itself a wonderful production, both for delicacy of workmanship and correctness of definition.*"

Dat hij reeds in 1839 uitstekende mikroskopen vervaar-

---

(1) De naam der firma is Powell *and* Lealand, de laatste is Powell's schoonbroeder. Hunne woonplaats is: 4 *Seymour Place*, *Euston Square*, *New Road*, *opposite st. Pancreas Church.*

(2) *Transactions of the Society of arts.* 1834. L.

(3) L. c. p. 43. Zonderling echter is het dat Quekett dit objectief het eerste van zoo korten brandpuntsafstand noemt, hetwelk tot op dien tijd in Engeland gemaakt was, terwijl het zeker is dat Pritchard reeds verscheidene jaren vroeger aplanatische objectiefstelsels van even korten en zelfs nog korteren brandpuntsafstand vervaardigd heeft; z. bl. 233.

digde, welke voor geene andere van dien tijd behoefden te wijken, is mij gebleken bij de beproeving van een in dat jaar ontvangen werktuig, waarvan de uitkomsten de volgende waren:

Lenzenstelsel.	Brandpuntsafstand.	Oculair.	Vergrooting.	Nobert's plaatje.
No. 2.	$\frac{1}{2}$ E. duim. (12,7 millim.)	No. 1.	58.	2de groep opgelost.
» 3.	$\frac{1}{4}$ » » (6,3 »)	» 1.	133.	5de » »
» 4.	$\frac{1}{8}$ » » (3,2 »)	» 1.	235.	7de » »
» 4.	$\frac{1}{8}$ » » (3,2 »)	» 2.	424.	8ste » »

Het lijdt geen twijfel, — en het zoo even aangevoerde bewijst het reeds, — dat in het tiental jaren, hetwelk sedert verloopen is, Powell belangrijke vorderingen gemaakt heeft, zoodat men mag aannemen, dat het optisch vermogen zijner werktuigen nog aanmerkelijk is toegenomen. Het middel, waarvan hij zich bedient ter opheffing van den invloed der dekplaatjes is hetzelfde als dat van Ross. Bij zijne tegenwoordige mikroskopen voegt hij lenzenstelsels van 2 E. d. (51 millim.) tot $\frac{1}{16}$ E. d. (1,6 millim.) brandpuntsafstand, met drie oculairen, tot elkander in vergrooting staande ongeveer als 1, 2 en 3, en met de objectiefstelsels eene reeks van vergrootingen gevende van 20 tot 2500 maal.

Ook de uitvoering van het werktuiglijk gedeelte der Powellsche mikroskopen verdient allen lof, uit hoofde van de keurigheid, zuiverheid en juistheid verbonden met stevigheid, waarmede het geheel bewerkt is. Zijne gestellen zijn van verschillenden aard, en hij heeft daarin achtereenvolgens verschillende veranderingen gemaakt. Dat zijner groote mikrosko-

pen, zoo als hij deze sedert 1841 (1) vervaardigt, is afgebeeld in Pl. VIII. fig. 4. Op eenen stevigen koperen drievoet rust eene ronde plaat, welke kan worden rondgedraaid, en waarop twee ronde zuilen bevestigd zijn, waartusschen het ligchaam des mikroskoops zoowel vertikaal als onder verschillende hoeken kan gesteld worden. Voor de grove instelling dient de gerande knop *a*, waardoor een rondsel wordt in beweging gebragt. De fijne instelling geschiedt door den knop *b*, of door eenen dergelijken aan de tegenovergestelde zijde; hierdoor wordt eene schroef omgedraaid, waarmede een kegelvormig stuk zamenhangt, waartegen een ander stuk, dat met de buis verbonden is, door middel eener veer sterk drukt. Het benedenste gedeelte van den arm, die de buis draagt, bij *i*, is voorzien van eene kegelvormige pen passende in het metalen stuk, waarmede de voorwerptafel verbonden is, zoodat dus de buis ter zijde kan worden gedraaid, wanneer men het objectief wil verwisselen. De voorwerptafel is voorzien van de beweegbare slede van Tyrrell, die wij later zullen beschrijven, alsmede van eenen schroefmikrometer. Bovendien kan de voorwerptafel om hare as worden rond bewogen, en boven op dezelve bevindt zich eene veerklem *h* voor het vasthouden der voorwerpen. Onder de voorwerptafel, in *e*, is een korte arm om er zwarte schijfjes op te plaatsen, bij het gebruik van terugkaatsende holle spiegeltjes, ter verlichting van ondoorschijnende voorwerpen. De spiegel is hol en vlak, en kan voor eentrische en excentrische verlichting dienen, terwijl onder de voorwerptafel een achromatische verlichtingstoestel kan worden geschroefd, of wel een draaijend diaphragma met verschillende openingen.

---

(1) *Microscopic Journal*, I. p. 177.

De prijs van dit mikroskoop verschilt, al naar gelang van het getal lenzenstelsels en verderen toestel, van £ 40 tot £ 60 (*f* 480—*f* 720).

Een zeer volledig mikroskoop van dit maaksel kan men zich echter verschaffen voor £ 45 (*f* 540).

Verscheidene andere gestellen, die meer of minder van het beschrevene verschillen, doch welke wij hier niet alle zullen beschrijven, worden nog in de werkplaats van Powell en Lealand vervaardigd. Een daarvan is nog kostbaarder dan het vorige, daar deszelfs prijs met al den daarbij behoorenden toestel, omstreeks £ 100 (*f* 1200) bedraagt. De hoofdreden van dezen hoogen prijs is de aanzienlijke grootte en zwaarte van het geheele werktuig, vooral van de voorwerptafel, die hier zeven E. duimen in het vierkant is, en waaraan al de gemakken en bewegingen worden aangetroffen als bij de kleinere, doch over eene merkelijk grootere ruimte. In de latere jaren schijnt echter dit gestel weinig gevraagd geweest te zijn.

Ook worden door hen veel minder kostbare gestellen vervaardigd. Inzonderheid vinden veel aftrek die, waarbij de drievoet, de zuilen en de voorwerptafel uit gegoten ijzer bestaan, doch welke overigens zoodanig zijn ingerigt, dat zij met de sterkste lenzenstelsels gebruikt kunnen worden, en voor schier alle doeleinden even geschikt zijn als de veel hooger in prijs staande werktuigen.

Een afzonderlijk gestel met de oculairen,
kost. . . . . 17 £ 11 sh. (*f* 210,60).

De prijs zijner objectiefstelsels is over het algemeen iets geringer dan bij Ross, namelijk:

Van	2	duim	brandpuntsafstand	5	&	5	sh. (*f* 37,80).
»	1	»	»	5	»	5	» (*f* 37,80).
»	$\frac{1}{2}$	»	»	4	»	4	» (*f* 50,40).
»	$\frac{1}{4}$	»	»	5	»	5	» (*f* 65,00).
»	$\frac{1}{8}$	»	»	7	»	7	» (*f* 88,20).
»	$\frac{1}{12}$	»	»	9	»	9	» (*f* 113,40).
»	$\frac{1}{16}$	»	»	10	»	10	» (*f* 126,00).

De laatste van het drietal, welke tegenwoordig in London als vervaardigers van achromatische mikroskopen den meesten naam hebben, is Smith (1). Reeds vele jaren vroeger, had hij zich met de vervaardiging van gewone mikroskopen bezig gehouden, doch eerst in 1839 begon hij achromatische voorwerpglazen zamen te stellen, en in 1841 bragt hij voor de *Microscopical Society* een mikroskoop tot stand, hetwelk in het volgende jaar beschreven werd (2). Bij dit werktuig behoorden vier objectiefglazen, welke hetzij afzonderlijk hetzij met elkander verbonden konden gebruikt worden, en waarvan de kortste brandpuntsafstand $\frac{1}{4}$ E. duim (6,2 millim.) bedroeg. Later echter verbeterde hij zijne mikroskopen meer en meer, en levert thans ook objectiefstelsels van $\frac{1}{8}$ en $\frac{1}{12}$ E. d. (3,2—2,1 millim.) brandpuntsafstand.

Eene niet onbelangrijke verbetering is door hem gemaakt in de handelwijze van Ross, om de stelsels voor het gebruik met dekplaatjes bruikbaar te maken, welke niet missen kan weldra algemeener te worden nagevolgd, daar zij zelfs in grootere mate dan de Amicische methode geschikt is, om voor dekplaatjes van zeer verschillende dikte te worden aan-

(1) De firma is Smith *and* Beck, No. 6, *Coleman-street, City.*
(2) *Microscopic Journal*, II. p. 1.

gewend. Deze handelwijze komt in zooverre met die van Ross en van Powell overeen, dat de voorste lens van het stelsel, door omschroeving van het buisje, waarin zij bevat is, nader bij of verder van de beide andere kan worden gebragt; doch bij de Smithsche objectieven treft men tevens het middel aan, om, de dikte van het dekplaatje bekend zijnde, dezen afstand zoodanig te wijzigen, als best beantwoordt zoowel aan deze dikte als aan den afstand tusschen het oculair en het objectief, welke bij zijne mikroskopen, door uittrekking of inschuiving der binnenste buis kan verlengd of verkort worden.

Om dit doel te bereiken is het beweegbare buisje, waarin de voorste lens bevat is, voorzien van eenen uitpuilenden rand (z. Pl. VIII. fig. 6). Op dezen bevinden zich 10 verdeelingen (z. *A* ware grootte) van 0 tot 9. Een gelijk getal verdeelingen wordt aangetroffen op den geranden knop *h* fig. 5, welke voor de fijne instelling bestemd is, en tevens dient om de dikte der plaàtjes te meten, die men wenscht te gebruiken, vijftien verdeelingen beantwoordende aan $\frac{1}{100}$ duim in de lucht, in glas ongeveer tien.

Is nu de buis van het mikroskoop niet uitgetrokken, dan moet de verdeelde rand *ab* van het objectief *B* worden omgedraaid, totdat 0 tegenover het vertikale streepje op de buis staat, terwijl dan twee of drie horizontale streepjes, — ieder van welke eene geheele omdraaijing van den rand aanduidt, — geheel bloot komen. Dit is ongeveer zoo ver als de schroef zonder moeite kan worden rondgedraaid.

Om dan te weten hoever de meergenoemde rand moet gedraaid worden, ten einde het stelsel voor een dekplaatje van eene zekere dikte geschikt te maken, vermenigvuldigt men het getal der verdeelingen, die de dikte aanduiden (namelijk

die welke op den geranden knop voor de fijne instelling zijn uitgedrukt) met 0,7, wanneer het objectief van $\frac{4}{10}$ d. brandpuntsafstand wordt gebruikt, en met 0,9 voor het objectief van $\frac{1}{4}$ d. brandpuntsafstand. De verlangde verbetering wordt dan verkregen, door den rand tot op het cijfer van het produkt te draaijen, denzelven benedenwaarts schroevende en de buis van de voorste lens bovenwaarts drukkende.

Indien de buis van het mikroskoop is uitgetrokken, dan moet, bij het objectief van $\frac{4}{10}$ duim, het cijfer, waarop de rand moet worden geplaatst, vermeerderd worden:

voor 1 duim uitgetrokken, met 2,5 verdeelingen.
» 2 » » » 4 »
» 3 » » » 5 »
» 5 » » » 6 »

Het objectief van $\frac{1}{4}$ duim ondervindt minder den invloed van de verlenging der buis, maar voor ieder der vier eerst uitgetrokken duimen kan ééne verdeeling bij het cijfer worden gevoegd.

Ook Smith vervaardigt verschillende gestellen van onderscheiden zamenstelling en prijs. Dat zijner tegenwoordige groote mikroskopen is afgebeeld in Pl. VIII. fig. 5.

Op den stevigen drievoet *A* rusten de zuilen *b* en *b*. Deze dragen aan hunnen top de scharnieren, waartusschen de arm *l* is opgehangen, en waardoor het geheele werktuig onder verschillende hoeken kan worden gesteld. Deze arm is aan haar bovenste inwendige gedeelte voorzien van twee groeven, waarin twee staven op en neder glijden, die aan de mikroskoopbuis *f* gehecht zijn; de eene dezer groeven en staven is drichoekig, de andere plat; de laatste is getand en bestemd om door den geranden knop *g* de buis op en neder te bewegen, terwijl de eerste hierbij alleen als geleider

dient. Binnen in de buis is eene tweede, die kan worden uitgetrokken, en waarin de oculairen worden geplaatst, terwijl eene kortere buis in het benedeneinde past, en op en neder kan worden bewogen door de schroef *i*, werkende op het einde van eenen hefboom, waardoor de fijne instelling wordt verkregen. Op den geranden knop *h* zijn tien verdeelingen ingesneden, ter meting van de dikte der dekplaatjes. De voorwerptafel wordt van tweederlei toestellen ter beweging voorzien, hetzij van de slede van Tyrrell, hetzij van die van Alfred White, welke door middel van eenen hefboom *o* werkt. Beide zullen in het hoofdstuk over de hulpwerktuigen nader worden beschreven. De verlichtingstoestel bestaat uit eenen in alle rigtingen beweegbaren holleu en vlakken spiegel, uit een draaijend diaphragma, en uit eenen achromatischen lichtversterker, die in de figuur niet is afgebeeld.

Behalve dit groote mikroskoopgestel worden in de werkplaats van Smith en Beck nog verscheidene andere vervaardigd van eenvoudiger inrigting. Een daarvan komt na overeen met dat der Oberhäusersche mikroskopen, doch, even als bij de nieuwere werktuigen van dezen, is de voet zoodanig ingerigt, dat de spiegel eene vrije beweging heeft.

Het gestel der groote mikroskopen van Smith en Beck, zonder achromatische objectiefstelsels, noch kistje om het werktuig te bergen, kost . . . . . 16 £ 16 s. (*f* 201,60).

Het daarbij behoorende mahoniehouten kistje . . . . . 5 £ 10 s. (*f* 42).

Verschillende andere gestellen van mindere of meerdere zamengesteldheid, 5 £ 10 s. tot 12 £ 12 s. (*f* 65—*f* 151).

Het gestel van het kleinste boven bedoelde mikroskoop kost met het kistje, doch zonder objectiefstelsels, slechts. . . . . 2 £ 15 s. (*f* 35).

De prijzen der bij deze gestellen verlangde objectiefstelsels zijn de volgende:

Van 5	en	$1\frac{1}{2}$	E. d.	brandp.	vereenigd	4	£			(*f* 48).
,,	,,	,,	$1\frac{1}{2}$	,, ,,	,,	alleen	5	,,			(*f* 56).
,,	$1\frac{1}{4}$	,,	$\frac{2}{3}$	,, ,,	,,	vereenigd	4	,,	4	s.	(*f* 50,40).
,,	,,	,,	$\frac{2}{3}$	,, ,,	,,	alleen	5	,,	5	s.	(*f* 59,80).
,,	,,	,,	$\frac{4}{10}$	,, ,,	,,	,,	5	,,	5	s.	(*f* 65).
,,	,,	,,	$\frac{1}{4}$	,, ,,	,,	,,	5	,,	5	s.	(*f* 65).
,,	,,	,,	$\frac{1}{8}$	,, ,,	,,	,,	7	,,	7	s.	(*f* 76,20).
,,	,,	,,	$\frac{1}{12}$	,, ,,	,,	,,	10	,,	10	s.	(*f* 125).

Een hunner groote mikroskopen, voorzien van al de lenzenstelsels, zoude dus op ruim 700 gulden te staan komen.

Behalve de tot hiertoe genoemde meest bekende makers van achromatische mikroskopen te Londen, zijn er in Engeland nog andere, die zich daarop met goed gevolg hebben toegelegd. Daaronder moet genoemd worden J. B. Dancer te Manchester (1). Het gestel zijner groote mikroskopen komt in de meeste opzigten overeen met die van Powell en van Smith, zoodat eene afzonderlijke beschrijving onnoodig schijnt. Ook de optische inrigting levert geen verschil op, en zijne lenzenstelsels voldoen, volgens het getuigenis van Quekett (2), zeer goed, terwijl een voordeel van Dancer's mikroskopen is, dat zij merkelijk minder in prijs zijn.

Zijn mikroskoop, voorzien van twee lenzenstelsels van 1 en $\frac{1}{2}$ (of $\frac{1}{4}$) duim brandpuntsafstand en één oculair, kost . . . . . 10 £ 10 s. (*f* 125).

Het mahoniehouten kistje bovendien 1 ,, 1 s. (*f* 12,60).

---

(1) *Cross-street*, N°. 43.

(2) L. c. p. 97, alwaar het gestel van Dancer's mikroskoop ook beschreven is.

Elk oculair. . . . . 14 s. (*f* 8,40).
Een lenzenstelsel van $\frac{1}{4}$ d. brandp. 2 „ 10 s. (*f* 29).
„ „ „ $\frac{1}{8}$ „ „ 3 „ 3 s. (*f* 37,80).
Eene beweegbare slede voor de voorwerptafel . . . . . 2 „ 2 s. (*f* 25,60).

Eene bijzondere vermelding verdient ook nog het mikroskoop van Samuel Varley, afgebeeld in Pl. IX. fig. 1. Op eenen drievoet rust een zware ronde zuil, welke aan haren top eene platte schijf *a* heeft, met eene opening in het midden; hiermede is het mikroskoop verbonden door het stuk *b* en de schroef *c*. Door het stuk *b* glijdt de lange staaf *d*, welke door de schroef *e* kan vastgeklemd worden. Aan hetzelfde stuk *b* is de voorwerptafel bevestigd, welke uit verschillende over elkander glijdende platen bestaat, zoodanig ingerigt dat een voorwerp op de bovenste plaat door middel van den hefboom *s* in alle mogelijke rigtingen langzaam heen en weder kan worden bewogen. De wijze hoe dit hier geschiedt zal later nader worden beschreven. De mikroskoopbuis sluit in de holte van het stuk *f*, dat door twee armen *i* met de staaf *d* verbonden is, en daarop met eene klemschroef kan worden vastgezet. Achter tegen de buis is eene getande stang bevestigd; door middel van deze en een rondsel, waarvan de gerande knop in *k* gezien wordt, geschiedt de snelle beweging der mikroskoopbuis. Bij *l* wordt de gerande knop gezien der schroef, welke voor de fijne instelling dient; deze drukt tegen eenen hefboom *m*, die in verband staat met eene korte buis, waaraan het objectief geschroefd wordt, en die zich binnen in de grootere bevindt, en aldaar door eene spiraalveer benedenwaarts gedrukt wordt, terwijl de hefboom in eenen tegengestelden

zin werkt (1). Voor de verlichting is gezorgd door eenen in allerlei stellingen verplaatsbaren spiegel en eene lens *n*, welke gedragen wordt door eenen beweegbaren arm, indiervoege dat zij op alle gevorderde punten en in allerlei houdingen kan gebragt worden. De prijs van dit gestel, zonder de objectiefstelsels bedraagt van £ 20 tot £ 30 (*f* 240—*f* 360).

Eindelijk stip ik nog hier aan, dat ook in Bristol door King achromatische mikroskopen worden vervaardigd, doch waarvan mij niets nader bekend is.

Uit dit overzigt van de thans in Engeland vervaardigd wordende mikroskopen blijkt genoegzaam, dat hun werktuiglijk gedeelte aldaar tot eenen zeer hoogen trap van volkomenheid is opgevoerd. In vernuftige middelen om met groote stevigheid groote beweegbaarheid te verbinden, in kunstig uitgedachte toestellen om aan de voorwerptafel allerlei bewegingen mede te deelen, en de kleinste veranderingen in den onderlingen afstand tusschen objectief en voorwerp te weeg te brengen, overtreffen zij alle op het vaste land van Europa vervaardigde werktuigen. Bovendien gaat hiermede gepaard eene keurigheid en zuiverheid der uitvoering van alle tot het gestel behoorende deelen, welke door weinige der op het vaste land wonende makers geëvenaard, door geen hunner overtroffen wordt.

---

(1) Dit middel ter fijne instelling, hoewel voldoende tot het brengen van het objectief op den juisten afstand van het voorwerp, is echter in een ander opzigt zeer gebrekkig. Daardoor wordt namelijk ook de afstand tusschen het oculair en het objectief veranderd, en bij gevolg ook het vergrootingscijfer. Hieruit vloeit voort, dat geen der mikrometrische methoden, waarbij het op eene naauwkeurige kennis van dit vergrootingscijfer aankomt, alsmede geen der verschillende soorten van oculair-mikrometers met deze inrigting bruikbaar zijn.

Moeijelijker is de beantwoording der vraag, of zij ook in het optisch gedeelte de overigen vooruit zijn. Hier zoude alleen eene hoogst naauwkeurige vergelijking der beste en nieuwste werktuigen, uit de voornaamste werkplaatsen afkomstig, kunnen beslissen. Wanneer wij intusschen bedenken, dat door engelsche makers objectiefstelsels zijn tot stand gebragt, welke in kortheid van brandpuntsafstand voor die van anderen niet onderdoen, en deze overtreffen in grootte van den openingshoek, dan wordt het waarschijnlijk dat zij in dit opzigt voor het minst niet achterstaan. Dit wordt bevestigd door de uitkomsten, welke Quekett mededeelt van het beschouwen van een Nobert's proefplaatje door twee stelsels van $\frac{1}{4}$ en van $\frac{1}{12}$ E. duim (6,2 en 2,1 millim.) brandpuntsafstand. Hij heeft er echter niet bijgevoegd wie der drie meest bekende makers (Ross, Powell en Smith) er de vervaardiger van is (1). Bij gebruik van het eerstgenoemde stelsel werd de 7de en met het laatste de 10de groep nog duidelijk in streepen opgelost (2). Ofschoon nu de mogelijkheid bestaat, dat het door Quekett gebezigde proefplaatje niet volkomen gelijk is aan het door mij gebezigde, en dus de uitkomsten met beide verkregen niet met volstrekte zekerheid vergelijkbaar zijn, zoo kan men er echter als waarschijnlijk uit besluiten, dat, daar (z. bl. 210) met

(1) L. c. p. 442. Quekett vermijdt zeer zorgvuldig aan een dezer drie makers eenen bepaalden voorrang toe te kennen, waarschijnlijk indachtig aan de woorden van Goring (*Micrographia*, p. 108): » *I would as soon undertake to give a comparative estimate of the beauties and perfections of a dozen different women, to the satisfaction of the ladies themselves and their lovers.*"

(2) In 1847 gelukte het echter aan Ehrenberg nog niet op eene reis in Engeland de 10de groep, met de aldaar door hem beproefde werktuigen, op eene bevredigende wijze opgelost te zien. Z. Schumacher's *Astr. Nachr.* 1849. *Ergänzungh.* p. 95.

een Amicisch stelsel, van 8,7 millim. (ongeveer $\frac{1}{3}$ E. d.) brandpuntsafstand, reeds de 8ste groep kan worden opgelost, maar daarentegen met een ander van 2,7 millim. (ongeveer $\frac{1}{9}$ E. d.) brandpuntsafstand de 10de groep niet, maar alleen de 9de goed opgelost wordt gezien, het nieuwere Amicische mikroskoop bij middelmatige vergrootingen de beste engelsche overtreft, maar er daarentegen bij de sterkere vergrootingen voor onderdoet, ofschoon het tevens waarschijnlijk is, dat deze vergelijking gunstiger zoude uitvallen, indien stelsels van geheel gelijken brandpuntsafstand tegen elkander beproefd werden, te meer, daar v. Mohl met een Amicisch stelsel van iets korteren brandpuntsafstand de 10de groep werkelijk opgelost heeft gezien. Of de mikroskopen van Nobert, waardoor zich nog de elfde groep laat oplossen, de engelsche werktuigen overtreffen, kan voor het oogenblik nog niet worden beslist, daar tot hiertoe geene andere proefplaatjes dan met tien groepen tot het onderzoek van dezen zijn aangewend.

417. Eindelijk moeten wij aan het einde dezer reeks van hedendaagsche vervaardigers van achromatische mikroskopen, eenen Noord-Amerikaan noemen, die zich eerst in den allerlaatsten tijd heeft bekend gemaakt (1), namelijk Charles A. Spencer, en het binnen een kort tijdsbestek inderdaad zoo ver schijnt gebragt te hebben, dat zijne achromatische stelsels voor die der beste engelsche mikroskopen niet behoeven te wijken, terwijl zij die van Chevalier, Plössl en Oberhäuser zouden overtreffen. De bij zijn mikroskoop

(1) Zie de mededeeling van Gilman en van Bailey over het mikroskoop van Spencer in het *American Journal of science and arts*, 1848, March N°. 14. p. 237 en 237 en 1849 March. p 265.

(welks gestel veel overeenkomst heeft met dat der Chevalierschc) gevoegde stelsels hebben brandpuntsafstanden van $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{7}$ en $\frac{1}{12}$ E. duim (8,2, 36 en 2,1 millim.) met groote openingen, waarvan echter de hoek niet wordt opgegeven maar alleen gezegd, dat deze bij het objectief van $\frac{1}{7}$ d. de helft grooter is dan bij een van gelijk vermogen van Chevalier, en bij dat van $\frac{1}{12}$ d. dubbel zoo groot.

Voor de voortreffelijkheid der Spencersche objectieven getuigt, dat met hen de uit zeer kleine stippeltjes bestaande streepjes op de schaal eener kleine soort van *Navicula* (1) kunnen gezien worden, zelfs wanneer deze in canadabalsem liggen, waardoor, gelijk men weet, de zigtbaarheid van alle doorschijnende voorwerpen, uit hoofde van deszelfs sterk brekend vermogen, zeer wordt verminderd. Deze streepjes nu zouden volgens Bailey eenen onderlingen afstand hebben van $\frac{1}{120000}$ tot $\frac{1}{200000}$ E. duim (ongeveer $\frac{1}{4700}$ tot $\frac{1}{7900}$ millim.), en indien dit werkelijk zoo is, dan moet men erkennen dat het Spencersche mikroskoop alle Europeesche in de schaduw plaatst. Intusschen mag ik niet verzwijgen, dat er aangaande de juistheid dier opgave nog eenige twijfel blijft bestaan. Hetzelfde proefvoorwerp, door Bailey naar Engeland overgezonden, werd namelijk aldaar onderzocht door Marshall en Warren de la Rue, en deze vonden den onderlingen afstand der streepjes merkelijk grooter, t. w. van $\frac{1}{30000}$ tot $\frac{1}{58000}$ E. duim (ongeveer $\frac{1}{1200}$ tot $\frac{1}{1900}$ millim.), dat is bijna 4 maal meer dan Bailey, een nieuw bewijs hoe onzeker de aan de natuur ontleende proefvoorwerpen zijn voor de bepaling der deugd van verschillende mikros-

(1) Zie de afbeelding dezer *Navicula*, waaraan de naam van *Navicula Spenceri* gegeven is, bij Quekett, Pl. 9.

kopen, en hoe noodig het is daarvoor andere meer zekere methoden aan te wenden. Intusschen zijn ook deze laatste afstanden nog uiterst gering en hunne onderscheidbaarheid boven het bereik van vele mikroskopen, daar in de 9de groep van het Nobert'sche plaatje de onderlinge afstand der streepjes ongeveer $\frac{1}{15000}$ millim., en in de zoo moeijelijk oplosbare 10de groep $\frac{1}{19000}$ millim. bedraagt, terwijl men bezwaarlijk kan aannemen, dat de gestippelde streepjes op de in canadabalsem liggende *Navicula*-schalen gemakkelijker zigtbaar zijn, dan de met eenen diamant op glas getrokken lijnen, want, hoewel de mazen in het dioptrische beeld van een draadnet met een Amicisch mikroskoop nog kunnen herkend worden, wanneer de tusschenruimten weinig meer dan half zoo groot zijn (z. bl. 211), zoo kan dit hier niet als maatstaf worden aangenomen, omdat deze draden en bij gevolg ook hun beeld volkomen ondoorschijnend zijn, en zich als scherp geteekende zwarte lijntjes vertoonen, terwijl op glas getrokken streepen, en zoo ook die aan de oppervlakte van organische proefvoorwerpen, alleen zigtbaar worden, omdat daar ter plaatse kleine hoogten of diepten bestaan, waardoor het licht onregelmatig gebroken en verstrooid wordt, en de zigtbaarheid van dezen dus grootendeels afhangt van het meerder of minder brekend vermogen der omringende middenstof.

418. In het in de laatste bladzijden gegeven overzigt van de verbeteringen, welke het zamengesteld mikroskoop gedurende onzen leeftijd heeft ondergaan, heb ik opzettelijk de zoodanige voorbijgegaan, die betrekking hebben tot de regtkeering van het beeld, welke wij thans hier willen te zamen stellen.

Vroeger (1ste Dl. § 184 en verv.) zijn de verschillende wijzen beschouwd, waarop dit geschieden kan, en ik verwijs derhalve daarheen voor het theoretische gedeelte van dit onderwerp; doch terwijl aldaar de regtkeering door middel van het oculair het laatst genoemd is, moeten wij haar hier het eerst vermelden, aangezien zij in tijdsorde de overige is voorafgegaan.

Reeds zeer korten tijd na de ontdekking van den verrekijker, t. w. in 1611, wees Keppler (1) aan, hoe men drie bolle lenzen stellen moet, om de voorwerpen in hunne natuurlijke rigting te zien, en door Rheita werd in 1645 dit beginsel werkelijk op den verrekijker toegepast.

Bij het zamengesteld mikroskoop echter, waar de kleine biconvexe voorwerplenzen een veel minder scherp beeld vormden, moest deze verbetering veel moeijelijker uitvoerbaar wezen. Ook schijnt het zelfs, dat men haar bij de oudere mikroskopen niet eens beproefd heeft. Toen echter het objectief aplanatisch was gemaakt, en het daardoor gevormde beeld eene veel grootere mate van scherpte en helderheid had bekomen, lag het denkbeeld voor de hand, om nu ook het laatste gebrek, dat nog aan het zamengesteld mikroskoop kleefde, en waardoor het voor het enkelvoudige werktuig wijken moest, de omgekeerde rigting namelijk, waarin men de daardoor beschouwde voorwerpen waarneemt, weg te nemen, en het was even natuurlijk, dat men hiertoe het eerst een dergelijk middel aangreep als dat, waarvan men zich reeds sedert eene groote reeks van jaren bij den verrekijker bediende.

Het eerst werd zulk eene vermeerdering der glazen, die

(1) Zie zijne *Dioptrice*, Probl. 99.

het oculair zamenstellen, met het doel om het beeld regt te keeren, aangewend door Lister, in het mikroskoop, hetwelk in 1826 door Smith naar zijne aanwijzing vervaardigd werd, en waarbij achromatische lenzen van Tulley gebruikt werden (1). De latere engelsche vervaardigers van mikroskopen hebben dit algemeen nagevolgd, en op verlangen voegen zij zulk een »*erecting glass*" bij hunne werktuigen (2). Gewoonlijk is dan tevens eene binnenste buis aanwezig, die kan worden uitgetrokken, aan welks ondereinde dan de regtkeerings-toestel, bestaande uit eene korte buis met twee plano-convexe lenzen, welker bolle zijden bovenwaarts zijn gekeerd, geschroefd wordt. Zoo vindt men het reeds in het mikroskoop in 1850 door Pritchard voor Goring vervaardigd. In Pl. IV fig. 4*A* is de regtkeerings-toestel afgebeeld, welke bij *x* aan de binnenste buis wordt bevestigd. Door deze buis meer of minder uit te trekken, kan men dan ook de vergrooting naar willekeur versterken of verzwakken, gelijk vroeger (Dl. I. bl. 269) is aangetoond.

Eerst eenen geruimen tijd nadat dit middel in Engeland was in zwang gekomen, is men ook elders bedacht geworden op de verwezenlijking van hetzelfde doel, doch op eene andere wijze. Chevalier namelijk, die, gelijk wij zagen, het horizontaal mikroskoop van Amici namaakte, moest weldra opmerken, dat door het daarin bevatte regthoekige prisma de beelden eene halve omkeering ondergaan (verg. Dl. I. bl. 262). Het was duidelijk, dat eene tweede halve omkeering, door middel van een tweede regthoekig op het

(1) Quekett, l. c. p. 110.

(2) Op de prijscourant van Smith en Beck staat het genoteerd voor £ 1 of *f* 12.

eerste geplaatst prisma, eene geheele regtkeering moest te weeg brengen, en Chevalier deed zulks, door een regthoekig glazen prisma in de houding, zoo als op Pl. V. fig. 12 gezien wordt, in een buisje voor het oculair te plaatsen.

Op hetzelfde beginsel, namelijk dat eener dubbele totale reflectie, berust ook het regtkeerend mikroskoop van Nachet, in 1845 het eerst door hem vervaardigd (1), hetgeen echter het groote voordeel boven dat van Chevalier heeft, dat de buis van het mikroskoop vertikaal is geplaatst, waardoor de houding der handen, bij het verrigten van ontledingen daaronder, veel ongedwongener is, terwijl bovendien de benedenvlakte van het bovenste prisma bol is geslepen, ten gevolge waarvan het tevens als eene lens werkt, en het gezigtsveld eene grootere uitgebreidheid heeft.

De buis van dit regtkeerend mikroskoop is in doorsnede voorgesteld in Pl. IX fig. 2 *A;* bij *B* het oculair alleen, in eene houding om eenen hoek van 90° verschillende van die in *A*. De eerste halve omkeering geschiedt door het prisma *abc*, geplaatst onmiddelijk boven het diaphragma *rs* in de nabijheid van het objectief. In *d* bevindt zich een gewoon plano-convex collectiefglas, en bij *mn* een diaphragma. Het tweede prisma, dat door de bolle benedenvlakte ook als oogglas dient, bevindt zich in *A* bij *efgh* en in *B* bij *e'f'g'h'*. Uit de afbeelding is het duidelijk, dat een oog geplaatst in *o*, onder eenen hoek van ongeveer 45° tegen de vlakke zijde *e'f'* van het prisma ziende, de beelden der voorwerpen, die zich onder het mikroskoop bevinden, in hunne ware houding zal ontwaren volgens de rigting der lijn *oi* (2).

(1) *Comptes rendus*, 1843. XVII. p. 917.

(2) De theorie dezer regtkeeringswijze is vervat in de met elkander in verband gebragte §§ 176 en 184 van het Ste Deel. Alleenlijk zie ik mij

Bij dit mikroskoop behooren vier achromatische dubbellenzen, welke, hetzij ieder voor zich of tot een stelsel van twee, drie of vier lenzen vereenigd, onder aan het kegelvormige gedeelte der buis bij *pq* geschroefd worden. De daarmede verkregen vergrootingen, alsmede de afstanden der oppervlakten van het objectief van het voorwerp zijn bij het door mij onderzochte werktuig de volgende:

Objectief bestaande uit:	Vergrooting.	Afstand.
ééne dubbellens	20	48 millim.
twee dubbellenzen	50	17 „
drie „	92	8 „
vier „	104	5 „

De doormeter van het gezigtsveld, bij eene projectie op 25 centim. afstand, bedraagt 1,65 millim., zoodat men derhalve bij de genoemde vergrootingen nog 8,2—3,3—1,8 en 1,6 millim. van het voorwerp overziet.

De helderheid en lichtsterkte zijn zelfs bij de sterkste vergrooting en bij opvallend licht nog allezins voldoende, zoodat men bij gewoon daglicht en zonder aanwending van concentrerende lenzen arbeiden kan. Nachet heeft zijn mikroskoop alleen hiervoor ingerigt, ten einde aldus, door weglating van den spiegel, aan zijn werktuig eene geringere hoogte te kunnen geven, welke niet meer dan 20,5 tot 25 centim. boven het voorwerp, en 25,5 tot 29 centim. boven de tafel bedraagt, d. i. ongeveer beantwoordende aan die, waarbij de meeste personen met gemak zittende arbeiden. Het gestel,

---

hier verpligt het ongunstige aldaar op bl. 264 geuite oordeel terug te nemen, daar het onderzoek van een regtkeerend mikroskoop van Nachet mij overtuigd heeft, dat het lichtverlies geenszins zoo groot is, als vroeger op eene gebrekkige wijze genomen proefnemingen mij dit hadden doen veronderstellen.

waarin de mikroskoopbuis bevestigd is (z. Pl. IX. fig. 3) is overigens zeer eenvoudig, bestaande alleen uit eenen korten doch zwaren cylindrischen stam *b* met eenen stevigen dwarsarm *k*, waaraan eene korte buis *r* is bevestigd met eene tweede buis *m* daarin, die in de eerste door een rondselwerk met den geranden knop *n* kan worden op en neêr bewogen. In deze binnenste buis wordt dan de boven beschreven mikroskoopbuis *i* geschoven. Als voetstuk, waarop de stam rust, bezigt Nachet hetzij eene zware langwerpig vierkante koperen plaat *g*, óf wel eenen drievoet, bestaande uit drie gelijke klaauwen, op welker vereenigingspunt dan de stam geplaatst is, die daarop om eene spil ronddraaijen kan. De prijs van dit werktuig, door den heer Kipp te Delft geleverd, bedraagt *f* 75.

Het derde regtkeeringsmiddel bestaat daarin, dat men in plaats van één objectief er twee neemt, en deze op zulk eenen onderlingen afstand brengt, dat het door het voorste gevormde beeld door het achterste vergroot wordt gezien (z. Dl. I. bl. 265). Het is deze handelwijze, in verband gebragt met eene binnen zekere grenzen beperkte verandering in den onderlingen afstand der beide objectieven, welke in den laatsten tijd op het vaste land het meest is aangewend.

Het eerste denkbeeld daartoe is uitgegaan van Strauss-Durckheim (1), die hetzelve mededeelde aan Trécourt en Oberhäuser, en door dezen werd in 1839 (2) een naar dit beginsel vervaardigd mikroskoop, onder den naam van *microscope à dissection*, aan de Fransche academie aangeboden. Bij dit werktuig konden de beide objectieven door

(1) *Traité pratique et théorique d'anatomie comparée*. I. p. 81.
(2) *Comptes rendus* 1839. IX. p. 322.

een rondselwerk verder van of digter bij elkander worden gebragt. De vergrooting kon van 0 tot 500 maal veranderd worden. Bij de sterkste vergrooting bedroeg de afstand van het voorste objectief van het voorwerp nog 4 millim. Bij eene 150 malige vergrooting werd nog een voorwerp van 0,2 millim. doormeter in het gezigtsveld bevat, en bij eene vergrooting van 2 malen een voorwerp van 40 millim. Wat het gestel van het Oberhäusersche dissectie-mikroskoop aangaat, zoo komt dit, gelijk uit de afbeelding op Pl. IX. fig. 4 blijkt, geheel overeen met het oude model zijner groote mikroskopen. Alleenlijk beweegt zich in de buitenste buis eene binnenste op en neder, door middel van een rondselwerk, waardoor de wijziging in den onderlingen afstand der beide objectieven, en bij gevolg in de vergrooting, wordt te weeg gebragt.

Wanneer wij deze inrigting van naderbij beschouwen, dan zien wij, dat zij zich, wat den loop der stralen binnen in het ligchaam des mikroskoops betreft, eigenlijk niet onderscheidt van de reeds vele jaren vroeger in Engeland gebruikelijke. Doch de verbetering, door Tréeourt en Oberhäuser aangebragt, bestond daarin, dat zij voor het regtkeeringsglas ook een achromatisch stelsel bezigden, hetwelk bovendien eenen korteren brandpuntsafstand had. Hierdoor werd vooreerst de scherpte en duidelijkheid van het beeld grooter, en ten tweede eene meerdere speelruimte in het vergrootend vermogen mogelijk.

Ook werd hun voorbeeld weldra nagevolgd. In 1841 beschreef Fischer de Waldheim (1) een werktuig door Chevalier vervaardigd, onder den naam van *microscope pancratique*, waarvan de inrigting geheel op hetzelfde beginsel steunde.

(1) *Le microscope pancratique*, Moscou 1841.

In 1843 (1) vinden wij ook van Plössl vermeldt, dat hij een zamengesteld mikroskoop vervaardigd heeft, hetwelk de beelden regt vertoont, en tot welks verbetering Dr. Fenzl zoude bijgedragen hebben. Volgens het hieromtrent door v. Mohl (2) medegedeelde, bezit dit regtkeerend mikroskoop van Plössl het gewone oculair van den verrekijker voor aardsche voorwerpen, en zoude het in scherpte des beelds dat van Oberhäuser overtreffen. Werkelijk zijn ook de vroegere dissectie-mikroskopen des laatsgenoemden in dit opzigt zeer gebrekkig, gelijk mij bij het onderzoek van een zoodanig werktuig, dat in 1841 is vervaardigd, gebleken is. Het is mij voorgekomen, dat de oorzaak hiervan daarin gelegen is, dat Oberhäuser te sterke objectieven bezigde, waardoor wel is waar eene grootere speelruimte in het vergrootend vermogen werd verkregen, doch dit alleen ten koste eener goede verbetering der aberratiën. Later heeft hij dit zelf ingezien, en bij een in 1846 vervaardigd mikroskoop, waarvan v. Mohl een gunstig verslag heeft gegeven, bedraagt de geringste vergrooting 6 malen, bij 70 millim. afstand van het voorwerp, en een gezigtsveld van 15,4 millim. doormeter; de sterkste vergrooting is 68 maal, bij 14 millim. afstand van het voorwerp, waarvan dan nog slechts ruim 1 millim. wordt overzien. In dit werktuig is Oberhäuser ook van zijne vroegere inrigting afgeweken, en heeft hij van een oculair voor aardsche voorwerpen gebruik gemaakt. Waarschijnlijk is het hieraan, dat de groote lengte van de buis moet worden toegeschreven, bedragende de afstand van het oculair boven de tafel, bij eene 6 malige vergrooting, 25,6

(1) *Versammlung der deutschen Naturforscher in Grätz.* Sitzung am 20 Sept. 1843.

(2) *Mikrographie*, p. 225.

centim., bij eene 56 malige 25 centim., en bij eene 68 malige 32,5 centim.

Wanneer ik nu een oordeel zal vellen over de verschillende tegenwoordig gebruikelijke middelen tot regtkeering der beelden in het zamengesteld mikroskoop, dan zoude dit hier op neêr komen: dat twee dier methoden, namelijk die door terugkaatsende prismata, en die door plaatsing van een tweede achromatisch objectiefstelsel op den weg der stralen, even voldoende uitkomsten kunnen geven, gelijk mij door opzettelijke vergelijking van aldus ingerigte werktuigen gebleken is. Iets minder scherp zijn de beelden, indien men de regtkeering in het oculair verplaatst, op de in Dl. I. bl. 270 beschreven wijze, ofschoon men in de meeste gevallen, waar het alleen op ontleding aankomt, hiermede volstaan kan.

Doch van welk regtkeeringsmiddel men ook gebruik make, zoo kan ik hier slechts herhalen wat ik reeds daar ter plaatse gezegd heb, dat het namelijk ongepast is bijzondere aldus of op eenige andere wijze ingerigte dissectie-mikroskopen te vervaardigen; maar dat het daarentegen wenschelijk is, dat de zamengestelde mikroskopen voortaan steeds zoo worden ingerigt, dat zij, des verkiezende, door den gebruiker tijdelijk regtkeerend kunnen gemaakt worden. In Engeland doet men zulks gewoonlijk, doch de in de laatste jaren op het vasteland door Oberhäuser, Nachet enzv. gebezigde middelen verdienen voorzeker de voorkeur boven het niet achromatische *erecting glass*. De prismata des laatsten, hoe vernuftig ook aangebragt, zijn als tijdelijk regtkeeringsmiddel minder doelmatig, daar zij moeijelijker te verwijderen zijn, en bovendien kostbaarder dan een objectiefstelsel van grooten brandpuntsafstand, gelijk hier gevorderd wordt. Ik geef derhalve aan

dit laatste de voorkeur, en dat zulk een stelsel, bij een mikroskoop gevoegd, volkomen voldoende is tot bereiking van het doel, wanneer tevens de mikroskoopbuis uit twee in elkander schuivende buizen bestaat, moge uit het volgende blijken.

In het nieuwere Oberhäusersche mikroskoop, waarvan de beschrijving op bl. 190 gegeven is, bevindt zich onder aan de binnenste buis v een ring x, welke er kan worden afgeschroefd. Wanneer ik nu dit mikroskoop regtkeerend wil maken, wordt op dezen ring een Amicisch objectief geplaatst van 28 millim. brandpuntsafstand. Het spreekt van zelf, dat zulks bij een opzettelijk hiervoor ingerigt werktuig door middel eener schroef zoude behooren te geschieden. Als objectief onder aan de mikroskoopbuis op de gewone plaats geschroefd, bezig ik gewoonlijk N°. 4 van Oberhäuser, hebbende eenen brandpuntsafstand van 15 millim. en als oculair N°. 5 van denzelfden. Is nu de binnenste buis geheel ingeschoven, dan bedraagt de vergrooting 7, en, is zij geheel uitgetrokken, 110 maal. Bij deze vergrootingen en bij alle tusschenliggende, is de helderheid en scherpte van het beeld nagenoeg volkomen gelijk aan die, waarmede zich het voorwerp vertoont, wanneer geen tweede objectiefstelsel in de buis is gebragt. De afstand van het oculair tot aan de voorwerptafel bedraagt 20 tot 25,5 centim. De afstand van het benedenste objectief tot aan het voorwerp, en de doormeter van het gezigtsveld zijn, voor verschillende vergrootingen, de volgende:

Vergrooting.	Afstand tot aan het voorwerp.	Doormeter van het gezigtsveld.
7	70 millim.	15,9 millim.
20	26 „	6,0 „
50	16 „	3,4 „
110	11 „	1,6 „

Dit voorbeeld moge voldoende zijn ten bewijze van het boven gezegde, en tot aansporing der optische instrumentmakers, om voortaan bij hunne zamengestelde mikroskopen eene dergelijke inrigting te voegen, waardoor de prijs van het werktuig voorzeker eene veel geringere verhooging zal ondergaan, dan die is, welke voor het aanschaffen van een afzonderlijk dissectie-mikroskoop gevorderd wordt. Het spreekt echter van zelf, dat dit alleen met vrucht geschieden kan bij zulke mikroskopen, welke eene niet al te groote hoogte hebben. Gestellen zoo als die der groote mikroskopen van Plöss, Schiek, Ross, Powell enzv., zijn daarom hiertoe ongeschikt, dewijl het tot het verrigten van dissectiën op de voorwerptafel een volstrekt vereischte is, dat men zittende arbeidt, iets hetgeen voor de meeste personen bezwaarlijk wordt, wanneer de hoogte van het geheele werktuig, dat is van het oculair tot aan de tafel, 50 centim. te boven gaat.

419. Wij willen thans ook aan het einde van dit hoofdstuk eenen terugblik werpen op den ontwikkelingsgang van het zamengesteld mikroskoop, gedurende de twee en eene halve eeuw, welke sedert deszelfs uitvinding verloopen zijn.

Zonder met zekerheid te kunnen aangeven hoe de zamenstelling geweest zij van het mikroskoop, zoo als het uit de handen der uitvinders het eerst tegen het einde der zestiende eeuw te voorschijn kwam, mogen wij echter met waarschijnlijkheid aannemen, dat het uit twee bolle glazen bestond. Tot omstreeks het midden der volgende eeuw behield het deze zamenstelling, toen men er een derde bol glas inbragt, en tevens sommigen aanvingen plano-convexe glazen te bezigen, en dezen zelfs tot doubletten te vereenigen. Het vergrootend vermogen der zamengestelde mikros-

kopen in de laatste helft dier eeuw was gering; eene 80 malige werd reeds voor zeer aanzienlijk gehouden, en eene 140 malige kon slechts door eene onmatige verlenging der buis worden verkregen. Bovendien mogen wij veilig aannemen, dat bij die vergrootingen ter naauwernood datgene kon onderscheiden worden, wat door onze tegenwoordige mikroskopen bij eene 20 malige vergrooting gemakkelijk zigtbaar is. De redenen hiervan waren eensdeels het groote gemis aan scherpte der beelden, ten gevolge van den invloed der beide aberratiën, anderdeels dat men de voorwerpen alleen bij opvallend licht beschouwde. Eerst bijna eene eeuw na de uitvinding van het zamengesteld mikroskoop, kwam men op het denkbeeld, om het in te rigten op eene wijze, die bij het enkelvoudig werktuig reeds sedert lang gebruikelijk was. Men voorzag deszelfs voetstuk, dat tevens als voorwerptafel diende, van eene opening, en keerde de daarop geplaatste voorwerpen met de mikroskoopbuis naar het licht. Hiermede was eene groote verbetering tot stand gebragt, want voortaan konden nu ook kleinere lenzen met naauwere openingen als objectieven gebruikt, en op die wijze de vergrooting versterkt worden, zonder dat men genoodzaakt was daartoe sterkere oogglazen te bezigen, of de buis boven mate te verlengen. Doch de horizontale stelling was voor de waarneming van vele voorwerpen ongeschikt, en toch duurde het nog dertig jaren, eer men tot een oogenschijnlijk voor de hand liggend hulpmiddel zijne toevlugt nam, namelijk eenen het licht terugkaatsenden spiegel, waardoor de voordeelen der vertikale stelling met die der waarneming bij doorvallend licht vereenigd werden, en, — hoe ongelooflijk het ook in onzen tijd, waarin iedere nieuwere verbetering zoo spoedig bekend wordt en navolgers vindt, schijnen moge. — er

moesten nog weder twintig jaren verloopen, eer het gebruik des verlichtingsspiegels algemeen was ingevoerd.

De overige verbeteringen in de optische zamenstelling, gedurende den verderen loop der vorige eeuw, waren hoogst gering. Terwijl men vroeger reeds beproefd had het objectief uit twee lenzen zamen te stellen, ging men thans in dit opzigt weder eenen stap achterwaarts, en bezigde algemeen daarvoor eene biconvexe lens, waaraan men slechts eene zeer geringe opening konde geven, wilde men het beeld niet al te zeer aan scherpte doen verliezen. Aller pogingen, om het zamengesteld mikroskoop te verbeteren, rigtten zich op de glazen, die het oculair zamenstelden; men gebruikte, in de plaats van twee, drie, vier, zelfs vijf glazen, nam plano-convexe lenzen in stede van biconvexe, wisselde hunne onderlinge afstanden en krommingen op allerlei wijzen af, gebruikte, na de ontdekking van het middel om de verrekijkers te achromatiseren, zelfs biconvexe lenzen beurtelings bestaande uit flint- en crownglas, hopende op die wijze ook het mikroskoop achromatisch te maken; doch geene dier pogingen bereikte het doel, de aangebragte verbeteringen waren uiterst gering, en bestonden gewoonlijk alleen daarin, dat het gezigtsveld uitgebreider en platter werd. Wat de hoofdzaak betreft, het eigenlijk optisch vermogen, zoodat men bij gelijke vergrooting van eenig voorwerp meer zien en onderscheiden kan, hierin stonden de zamengestelde mikroskopen van het laatst der achttiende eeuw gelijk met die, welke bijna eene eeuw vroeger waren vervaardigd. Alleenlijk had men allengs sterker en sterker vergrootende lenzen als objectieven gebezigd, hetgeen een werkelijke vooruitgang was, doch ook hierin reeds den uitersten grens bereikt, die niet voegzaam kon worden overschreden,

zonder te zeer te schaden aan de lichtsterkte van het beeld. Inderdaad scheen het meer en meer, dat het zamengesteld mikroskoop voortaan het veld zoude moeten ruimen voor het enkelvoudige werktuig, en hoogstens nog eene plaats innemen in eene verzameling van physische instrumenten, of tot tijdverdrijf strekken ter voldoening der nieuwsgierigheid van zoogenaamde liefhebbers, die het meer als een soort van kaleidoskoop aanwendden dan tot uitbreiding der wetenschap, waarvoor allen, die aanspraak maakten op den titel van juiste en naauwkeurige waarnemers, aan het enkelvoudig mikroskoop uit éénen mond en met volle regt de voorkeur gaven.

Meer dan eene halve eeuw kende men reeds de handelwijze, om de voorwerpglazen der verrekijkers achromatisch te maken, maar deze ook toe te passen op de zooveel kleinere lenzen, die als voorwerpglazen in een zamengesteld mikroskoop gevorderd worden, scheen den meesten eene geheel wanhopige onderneming toe, ter naauwernood waardig om beproefd te worden. Eenige weinigen dachten er intusschen anders over, en gaven den moed niet op. Reeds in de laatste jaren der vorige eeuw zien wij, niet eenen der meest bekende toenmalige vervaardigers van mikroskopen, maar eenen eenvoudigen liefhebber, wien het zelfs aan eene wetenschappelijke opleiding ontbroken had, trachten datgene tot stand te brengen, wat aan anderen eene onmogelijkheid scheen. Nog eenige weinige jaren later, en een zijner stadgenooten, maar ditmaal iemand wel ervaren in de kunst der vervaardiging van optische werktuigen, en die reeds vele jaren vroeger met zijnen vader hetzelfde doel niet zonder vrucht had trachten te bereiken, had een achromatisch mikroskoop tot stand gebragt, dat zeventien jaren lang onovertroffen daarstond. Doch terwijl de stille pogingen des eenen ge-

heel onbekend bleven, en die des anderen door zijne tijdgenooten niet zoodanig op prijs gesteld werden, als zij het werkelijk verdienden, begon ook bij anderen de moed te ontwaken, om hunne krachten aan dezelfde taak te beproeven. Op verschillende punten van Europa was men daaraan met meerder of minder vrucht werkzaam, maar nog altijd gelukte het niet achromatische objectieven te vervaardigen, wier brandpuntsafstand kort genoeg was, om hen eenigermate gelijk te doen komen aan diegene, welke men gewoonlijk in het zamengesteld mikroskoop gebruikte.

Eindelijk deed eene gelukkige gedachte ook deze zwarigheid overwinnen. In plaats eener enkele achromatische lens verbond men er verscheidene tot een stelsel, en nu had men niet alleen het middel gevonden om een objectief van genoegzaam korten brandpuntsafstand daar te stellen, maar, hetgeen van nog grooter belang was, deze verbinding gaf tevens het middel aan de hand, om zoowel de chromatische als de sphaerische aberratie nog in belangrijke mate te verbeteren, door den afstand tusschen de dubbellenzen zoodanig te wijzigen, als bij beproeving bleek de meest geschikte zijn.

Van nu af aan was de baan voor verdere volmaking van het zamengesteld mikroskoop effen en glad gemaakt. Na eenige weinige jaren had hetzelve het enkelvoudig mikroskoop ingehaald, wat het optisch vermogen betreft, met bijbehoud van al de vroegere voordeelen, welke het daarboven vooruit had. Nog eenige jaren en het enkelvoudig mikroskoop was ook in het eerste opzigt overtroffen, in weerwil der velen, die hunne krachten inspanden, om dit hun zoo geliefd werktuig, waaraan de wetenschap zulke belangrijke ontdekkingen verschuldigd is, mede tot grootere volkomenheid op te voeren. Hoe wél hun dit ook gelukte, hoe naauw ook

zich theorie en praktijk aaneensloten, ter bereiking van het doel, hoe vele kosten er ook aan besteed werden, om aan het enkelvoudige mikroskoop den vroegeren voorrang blijvend te verzekeren, het moest eindelijk den strijd opgeven en zich overwonnen erkennen.

Ik wil hier, ten einde eenigermate een overzigt te geven van de vorderingen, die het optisch vermogen van het mikroskoop gedurende de laatste anderhalve eeuw gemaakt heeft, eenige der uitkomsten bijeen stellen, welke in de vorige bladzijden verspreid zijn medegedeeld, en die, als zijnde alle verkregen met hetzelfde proefplaatje en bij gelijke verlichting, namelijk door terugkaatsing van het licht eens wit bewolkten hemels, als onderling vergelijkbaar kunnen beschouwd worden (1). Ik zal hier duidelijkheidshalve den onderlingen afstand (2) der streepjes bijvoegen, er alleen bij herinnerende, dat daarmede geenszins de uiterste grens van het onderscheidbaar makend vermogen voor allerlei soort van voorwerpen is aangeduid.

---

(1) Ik heb de door anderen met een dergelijk proefplaatje verkregen uitkomsten in bovenstaand algemeen overzigt niet opgenomen, eensdeels dewijl het gebleken is, dat de Nobertsche proefplaatjes niet altijd volkomen aan elkander gelijk zijn, anderdeels omdat de wijze van verlichting, vooral de aanwending van kunst- of daglicht, op de onderscheidbaarheid der streepjes eenen merkbaren invloed uitoefent.

(2) De hierbij gevoegde afstanden beantwoorden niet volkomen aan de door Nobert zelven aangegevene. De reden hiervan zal de lezer vinden in het hoofdstuk, waarin over de mikrometers gehandeld wordt.

	Jaar der vervaardiging.	Vergrooting.	Nobert's proefplaatje.
Enkelvoudig mikroskoop van Leeuwenhoek.	?	270.	1de groep ($\frac{1}{704}$ mill.) opgelost.
Zamengesteld mikroskoop van Martin, brandpuntsafstand van het objectief 5,8 millim.	1759.	220.	geen der groepen »
Zamengesteld mikroskoop van Dellebarre, brandpuntsafstand van het objectief 2,5 millim.	1777.	440.	2de groep ($\frac{1}{575}$ mill.) »
Achromatisch zamengesteld mikroskoop van van Deyl, brandpuntsafstand van het objectief 13 millim.	1807.	96.	1ste » ($\frac{1}{456}$ ») »
Doublet van Pritchard. .	1830.	240.	5de » ($\frac{1}{871}$ ») »
» » denzelfden. . .	»	312.	6de » ($\frac{1}{956}$ ») »
» » Chevalier. .	1834.	46.	1ste » ($\frac{1}{456}$ ») »
» » denzelfden. . .	»	317.	6de » ($\frac{1}{956}$ ») »
Saphireu lens van Pritchard.	1832.	990.	7de » ($\frac{1}{1175}$ ») »
Glasbolletje.	1837.	712.	7de » ($\frac{1}{1175}$ ») »
Aplanatische zamengestelde mikroskopen van:			
Amici, brandpuntsafst. v. h. objectief 3,9 millim. . . .	1835.	374.	7de » ($\frac{1}{1175}$ ») »
Powell, brandpuntsafst. v. h. objectief, 3,2 millim. . .	1839.	424.	8ste » ($\frac{1}{1302}$ ») »
Chevalier, brandpuntsafst. v. h. objectief 1,7 millim. .	1840.	832.	7de » ($\frac{1}{1175}$ ») »
Brunner, brandpuntsafst. v. h. objectief 1,5 millim. .	1845.	785.	8ste » ($\frac{1}{1302}$ ») »
Oberhäuser, brandpuntsafst. v. h. objectief 2,5 millim.	1848.	646.	8ste » ($\frac{1}{1302}$ ») »
» » » » 1,7 millim.	»	520.	9de » ($\frac{1}{1515}$ ») »
Amici, brandpuntsafstand v. h. objectief 3,7 millim. .	1848.	310.	8ste » ($\frac{1}{1302}$ ») »
» » » 2,7 millim. .	»	550.	9de » ($\frac{1}{1515}$ ») »
Nachet, brandpuntsafst. v. h. objectief 1,6 millim. . .	1849.	642.	9de » ($\frac{1}{1515}$ ») »

Deze cijfers spreken te duidelijk, dan dat zij eene nadere verklaring zouden behoeven; zij bewijzen ten klaarste de aanzienlijke vorderingen, welke het zamengesteld mikroskoop, sedert de uitvinding der achromatische lenzenstelsels, heeft gemaakt. Maar nog duidelijker wordt zulks, door een der beste oude zamengestelde mikroskopen, b. v. dat van Dellebarre, tegenover een der beste nieuwere, b. v. dat van Amici, te stellen, en als maatstaf der vergelijking te bezigen de kleinste door beide mikroskopen nog zigtbare dioptrische beeldjes:

	Zigtbaarheid van bolvormige voorwerpen.	Zigtbaarheid van draadvormige voorwerpen.	Onderscheidbaarheid der mazen in een draadnet. Draden.	Tusschenruimt.
Delleb. 1777.	$\frac{1}{1300}$ millim.	$\frac{1}{6900}$ millim.	$\frac{1}{1450}$ millim.	$\frac{1}{3900}$ millim.
Amici 1848.	$\frac{1}{4790}$ »	$\frac{1}{4130}$ »	$\frac{1}{6140}$ »	$\frac{1}{3750}$ »

Hieruit blijkt, dat het optisch vermogen van het Dellebarresche mikroskoop staat tot dat van Amici:
voor de zigtbaarheid van bolvormige voorwerpen als 1 : 3,7.
» » » » draadvormige » » 1 : 6,0.
» » onderscheidbaarheid van tusschenruimten » 1 : 3,8.

Het verschil is groot, en zulks in weerwil dat de brandpuntsafstanden der beide objectieven (van D. 2,5 millim., van A. 2,7 millim.) weinig onderling verschillen, en het bestaande verschil nog in het voordeel van het oudere mikroskoop is. Maar daarentegen bedraagt de openingshoek van het sterkste objectief van Dellebarre 22°, die van het Amicische 94°. Zij staan derhalve tot elkander als 1 : 4,4; gevolglijk laat het laatste ongeveer 20 malen meer licht door dan het eerste, en dit is het dan ook, waaraan het grootere optische vermogen der nieuwere aplanatische mikroskopen in de voornaamste plaats moet worden toegeschreven.

420. Bij de groote scherpte en helderheid, waarmede zich

de beelden in onze hedendaagsche mikroskopen vertoonen, zoude men ligtelijk in de verzoeking kunnen komen van te gelooven, dat het zamengesteld mikroskoop thans deszelfs culminatiepunt heeft bereikt, en dat er weinig kans bestaat, om het tot eenen merkelijk hoogeren trap van volkomenheid op te voeren. Dit intusschen is eene dwaling, die vooral door de geschiedenis der laatste jaren gelogenstraft wordt. Reeds herhaalde malen, en zelfs kort na de invoering der achromatische lenzenstelsels, heeft men deze meening uitgesproken; maar ieder volgend jaar heeft telkens doen zien, dat de weg ter verbetering nog op verre na niet ten einde toe was afgeloopen. Eerst dan zoude het mikroskoop deszelfs toppunt van volkomenheid bereikt hebben, indien het optisch vermogen volkomen gelijken tred hield met het vergrootend vermogen, en dat zulks nog geenszins het geval is, heb ik vroeger (Dl. II. § 279) uitvoerig aangetoond. Hier ter plaatse voeg ik nog de uitkomsten bij der vergelijking van het optisch vermogen van eenige der nieuwste Amicische objectiefstelsels, met dat van het bloote oog. Het zal echter voldoende zijn deze vergelijking te bepalen tot de vergrootingscijfers verkregen met het zwakste oculair, waardoor de vergrooting van het objectief alleen ongeveer 7 malen versterkt wordt.

Objectief.	Brandpuntsafstand der aequivalente lens.	Vergrooting.	Zigtbaarheid van Bolvorm. voorwerp. Werkelijke versterk.	Verlies.	Draadvorm. voorw. Werkelijke versterk.	Verlies.	Onderscheidbaarheid v. tusschenruimten. Werkelijke versterk.	Verlies.
N°. 1.	26,15 mill.	96.	76.	0,21.	62.	0,35.	74.	0,23.
» 2.	7,45 »	217.	116.	0,49.	99.	0,51.	154.	0,29.
» 6.	4,00 »	423.	215.	0,49.	161.	0,61.	175.	0,59.
» 11.	2,67 »	650.	241.	0,63.	199.	0,69.	229.	0,65.

Men ziet hieruit ten duidelijkste, dat, hoewel eene vergelijking van het in 1855 vervaardigde mikroskoop met dat, hetwelk dertien jaren later gemaakt is, eenen aanzienlijken vooruitgang gedurende dien tijd doet bespeuren, het er toch nog zeer verre af is, dat de uiterste grens van optische volkomenheid reeds zoude bereikt zijn. Vooral zijn het de sterkere objectiefstelsels, waardoor nog altijd een groot betrekkelijk verlies plaats heeft, en, door de vergrooting nog meer te versterken door aanwending van sterkere oculairen, neemt dit verlies nog in belangrijke mate toe.

Dit geeft tevens eenen wenk aangaande den weg, die voortaan moet worden ingeslagen, om de zamengestelde mikroskopen optisch nog volkomener te maken, dan zij nu reeds zijn. Tot voor korten tijd verkeerden nagenoeg allen in de de meening, — en van de meeste makers geldt dit nog op het oogenblik, — dat men zich vooral moest toeleggen op het vervaardigen van achromatische stelsels met zoo kort mogelijken brandpuntsafstand Op zich zelve beschouwd is dit dan ook allezins goed te keuren, omdat men over het algemeen kan aannemen, dat, hoe geringer de vergrooting van het oculair behoeft te wezen, om een gelijk vergrootend vermogen te erlangen, des te scherper en duidelijker zich het beeld zal vertoonen. Hierbij wordt echter iets ondersteld, dat, blijkens de ondervinding nimmer werkelijk het geval is, en ook niet kan zijn, namelijk dat in een sterker objectiefstelsel de aberratiën evenveel verbeterd zijn als in een zwakker. Alleen in dit geval zoude elke verkorting van den brandpuntsafstand eene aanwinst zijn, doch zoodra men met een lenzenstelsel van één millim. brandpuntsafstand niet meer kan zien dan met een ander, waar deze twee millimeters bedraagt, dan verdient het laatste de voorkeur, al ware

het alleen daarom, omdat er dan meer ruimte overblijft tusschen het objectief en het voorwerp. Dat dit nu werkelijk zoo is blijkt genoegzaam uit het op bl. 212 medegedeelde. Doch tevens volgt uit het daar ter plaatse gezegde, dat het inzonderheid de meerdere of mindere grootte van den openingshoek is, welke de deugd van een lenzenstelsel, dat als objectief van een zamengesteld mikroskoop zal dienen, bepaalt. Dezen te vergrooten, zooveel zulks met behoud eener goede correctie der sphaerische aberratie bestaanbaar is, moet het voornaamste doel zijn van allen, die zich op de verbetering hunner mikroskopen toeleggen, en het laat zich aanzien, dat op dien weg, welke reeds met zoo goed gevolg door sommigen is betreden, nog belangrijke vooruitgang mogelijk is.

Ten einde het gewigt hiervan te beter te doen uitkomen, deel ik hier nog de volgende uitkomsten mede, verkregen met een objectiefstel van 8,7 millim. brandpuntsafstand, bij eene steeds gelijke vergrooting van 310 maal, maar waarvan de openingshoek trapswijze vernaauwd werd, door middel van schijfjes voorzien van openingen van verschillende grootte.

Openingshoek.	Nobert's proefplaatje.
75°.	8ste groep opgelost.
62°.	7de » »
50°.	6de » »
40°.	5de » »
32°.	5de » »
18°.	2de » »
8°.	geene » »

Deze uitkomsten leveren een duidelijk bewijs op der waarheid van het gezegde, dat de hoegrootheid des openingshoeks voor een groot gedeelte den graad van het onder-

scheidbaarmakend vermogen eens lenzenstelsels bepaalt. De boven het stelsel geplaatste schijfjes toch kunnen geen den minsten schadelijken invloed uitoefenen op de verbetering der aberratiën, en daar nu de onderscheidbaarheid der streepjes in de groepen van het proefplaatje desniettegenstaande afneemt, naar mate het schijfje eene geringere opening heeft, zoo kan dit alleen geweten worden aan de verkleining van den openingshoek.

Echter bestaat er eenige grond om te twijfelen, of een zeer groote openingshoek in alle gevallen en voor allerlei voorwerpen even voordeelig is. Dat daardoor het onderscheidbaarmakend vermogen sterk toeneemt, is ontegenzeggelijk, doch eene andere vraag is het, of het zigtbaarmakend vermogen voor sommige zeer doorschijnende voorwerpen niet deszelfs hoogsten trap bereikt bij eene iets geringere opening. Wanneer men namelijk zulke voorwerpen, luchtbellen b. v., beschouwt door stelsels van gelijken brandpuntsafstand maar ongelijken openingshoek, of, hetgeen op hetzelfde neêrkomt, indien men de opening van een stelsel, gelijk het zoo even genoemde, allengs vernaauwt, dan blijkt, dat de omtrekken en schaduwen, bij zeer grooten openingshoek van het stelsel, niet zwart maar grijsachtig zijn, terwijl zij daarentegen donkerder gekleurd en eindelijk geheel zwart worden, wanneer de opening tot op eenen zekeren graad verkleind is. Het is mij duidelijk voorgekomen, dat in sommige gevallen, vooral dan, wanneer meerdere lagen van doorschijnende ligchaampjes boven elkander liggen, deze vernaauwing der opening, waarbij elk ligchaampje zich donkerder, en daardoor scherper afgescheiden, vertoont, eenig voordeel heeft. Overigens ware het niet moeijelijk, b. v. door een draaijend diaphragma met openingen van verschillende wijdte boven het objectief te

brengen, het hier beoogde doel, namelijk verandering van de opening des stelsels overeenkomstig den aard des voorwerps, op eene eenvoudige wijze te bereiken.

421. Wat het oculair aanbelangt, zoo is vroeger (Dl. I. bl. 201) aangetoond, dat ook de inrigting daarvan voor het optisch vermogen van het zamengesteld mikroskoop geenszins onverschillig is, doch de wijze, waarop dit wordt zamengesteld, zal wel altijd ondergeschikt blijven aan die van het objectief. Verreweg de meeste vervaardigers bezigen thans Huygenssche, sommigen echter ook Ramsdensche oculairen; overigens verwijs ik, ten opzigte van de voor- en nadeelen van beiden, naar het gezegde op bl. 215 en verv. van Dl. I. Moeijelijk is het met zekerheid te zeggen, of de zamenstelling van het oculair uit achromatische dubbellenzen, gelijk dit door eenigen gedaan wordt, tot eene merkelijke verbetering kan leiden. De tot hiertoe vervaardigde aplanatische oculairen hebben een te gering vergrootend vermogen en een te klein gezigtsveld, dan dat zij kunnen gerekend worden boven anderen de voorkeur te verdienen. Echter laat zich de mogelijkheid niet ontkennen, dat men ook op dien weg het mikroskoop nog meer zal kunnen volmaken, ofschoon men daarbij steeds zal moeten in het oog houden, dat, wil men zoowel aplanatische als gewone oculairen met dezelfde objectiefstelsels aanwenden, de lenzen in het aplanatisch oculair steeds onderverbeterd zullen moeten blijven.

Onder de eigendommelijkheden van het Amicisch mikroskoop heb ik genoemd de inrigting tot verandering van den onderlingen afstand tusschen de beide lenzen, die het oculair zamenstellen, ten einde aldus in de gelegenheid te zijn, dien afstand zoodanig te regelen, als bij beproeving blijkt de

beste te wezen voor elk objectief en voor verschillende lengten der buis. Inderdaad is het niet mogelijk aan alle objectieven eenen zoo volkomen gelijken graad van oververbetering te geven, dat een oculair, waarin de glazen vast staan, voor allen even geschikt is. In zoo verre verdient dus deze verbetering navolging, doch aan den anderen kant is het ook waar, dat haar nut altijd beperkt zal blijven, omdat zeer weinigen dergenen, die het mikroskoop gebruiken, zich de moeite zullen getroosten om vooraf te beproeven, welke, onder verschillende omstandigheden, de meest gepaste onderlinge afstand der oogglazen is.

Veel verschil neemt men waar, indien men de oculairen van onderscheiden makers ten aanzien van hun vergrootingscijfer met elkander vergelijkt. Terwijl b. v. de vijf Oberhäusersche oculairen, bij volle buislengte, het door het objectief gevormde beeld 2,5-26-5,5-5,4 en 7,5 maal vergrooten, is de vergrooting der drie Amicische 6,9-10,7 en 14,9 maal. Er laat zich wel is waar geen volkomen vaste regel hiervoor geven, daar de oculairen des te sterker kunnen wezen, naar gelang de objectiefstelsels een zuiverder beeld vormen, doch het komt mij voor, dat beide genoemde makers in tegenovergestelde uitersten zijn vervallen, die gelijkelijk moeten vermeden worden. Over het algemeen kan men aannemen dat drie oculairen van 5, 8 en 11 of 12 malige vergrooting voor alle gevallen voldoende zijn.

Een punt, hetwelk bij de beoordeeling van de betrekkelijke deugdzaamheid der oculairen niet geheel uit het oog mag worden verloren, is de graad van platheid, die zij aan het gezigtsveld geven. Vroeger (Dl. I. bl. 189, 216) is gebleken, dat, bij de aanwending van Huygenssche oculairen,

de kromming van het beeld geheel kan opgeheven worden. Daar echter de betrekkelijke afstand der beide glazen dan niet altijd juist het best beantwoordt aan de verbetering der nog overgebleven aberratie van het beeld, zoo zijn vele vervaardigers van mikroskopen gewoon de platheid van het gezigtsveld hieraan geheel of ten deele op te offeren, en somtijds treft men zelfs oculairen aan, waardoor het beeld zich zoo gebogen vertoont, dat, uit hoofde van het aanzienlijk verschil in vergrootend vermogen tusschen den rand en het midden van het veld, alle zulke mikrometrische methoden, waarbij het op de naauwkeurige kennis van het vergrootingscijfer aankomt, daarmede onuitvoerbaar worden.

Het ware derhalve eene wenschelijke verbetering, indien het oculair op eene wijze kon worden zamengesteld, dat het, met behoud van eene behoorlijke correctie der aberratiën, een plat gezigtsveld van groote uitgebreidheid bezit. Onlangs (1) is door Carl Kellner te Wetzlar, onder den naam van *orthoskopisch oculair*, eene door hem uitgedachte nieuwe combinatie van lenzen aanbevolen, welke volgens hem alle deze deugden in groote mate zoude vereenigen, en de tot dus verre gebruikelijke oculairen in ieder opzigt overtreffen. Waaruit deze combinatie echter bestaat, wordt niet door hem vermeld, alleenlijk dit, dat het oculair uit drie lenzen is zamengesteld, die te zamen slechts vier terugkaatsende oppervlakten hebben, zoodat dus twee dier lenzen

(1) *Das orthoskopische Ocular, eine neu erfundene achromatische Linsen-Combination, welche dem astronomischen Fernrohr, mit Einschluss des dialytischen Rohrs, und dem Mikroskop, bei einem sehr grossen Gesichtsfeld, ein vollkommen ungekrümmtes, perspectivisch richtiges seiner ganzen Ausdehnung nach scharfes Bild ertheilt, so wie auch den blauen Rand des Gesichtsraumes aufhebt*, etc ; von Carl Kellner Optiker zu Wetzlar. Braunschweig 1849.

tot eene dubbellens schijnen vereenigd te zijn. Overigens hangt de zamenstelling ook af van den brandpuntsafstand van het objectief en de lengte der buis, en zij, die een orthoskopisch oculair mogten verlangen, moeten naauwkeurig opgeven hoegroot de afstand is tusschen het luchtbeeld en het objectief. Kellner vervaardigt zulke oculairen van verschillend vergrootend vermogen, beantwoordende aan acquivalente lenzen van 65,4 tot 5,9 millim. brandpuntsafstand, terwijl de prijs van ieder oculair 8 tot 15 Thaler (*f* 14—*f* 26) bedraagt.

222. Eene zeer nuttige verbetering, die tegenwoordig meer en meer wordt ingevoerd, is de inrigting om de mikroskoopbuis langer of korter te maken, waarbij dan de zamenstelling uit twee in elkander schuivende buizen verre de voorkeur verdient boven het vervaardigen der buis uit twee gedeelten, die door eene schroef verbonden zijn. De voordeelen dezer handelwijze zijn zoo velerlei, dat het wenschelijk is, dat zij algemeen worde.

Vooreerst geeft zij een der middelen aan de hand, ter verbetering der aberratiën, die het gevolg zijn van de aanwending van dekplaatjes, van de niet volkomen juiste verhouding tusschen het objectief en het oculair, enzv. (Verg. Dl. I bl. 226).

Ten tweede stelt zij in staat de hoogte van het oculair boven de tafel zoodanig te verminderen, dat men met gemak zittende arbeiden kan.

Ten derde ontstaat daardoor de gelegenheid, om elk zamengesteld mikroskoop op de beste en eenvoudigste wijze regtkeerend en tevens pankratisch te maken, door namelijk onder aan de binnenste buis een achromatisch lenzenstelsel

van tamelijk verren brandpuntsafstand te schroeven, dat er, desverkiezende, weder van kan verwijderd worden.

Eindelijk ten vierde maakt zulk eene inrigting het gebruik van terugkaatsende prismata zeer gemakkelijk, die tijdelijk op den weg der stralen gesteld worden, om hen onder hoeken van 90°, 60° of 45° hunnen weg te doen vervolgen.

Van minder gewigt is het plaatsen eener holle lens tusschen het objectief en het oculair, gelijk door verscheidene der nieuwere makers van mikroskopen gedaan wordt, ofschoon dit middel om de vergrooting te versterken reeds, gelijk wij zagen, voor meer dan eene eeuw en langer in gebruik is geweest. Alleenlijk heeft men daarvoor in nieuweren tijd eene achromatische plano-concave lens gebezigd. Uit eigen ervaring kan ik niet over hare uitwerking oordeelen; dat zij onder bepaalde omstandigheden nuttig kan wezen, heb ik vroeger (Dl. I. p. 207) aangetoond, doch betwijfel het, of zij in de meeste gevallen niet eer schadelijk dan voordeelig zal werken. V. Mohl, die hierover een opzettelijk onderzoek in het werk stelde, keurt hare aanwending in het algemeen af (1).

425. Het is ook hier de plaats, om gewag te maken van eenen voorslag door Barfuss (2) gedaan, op theoretische gronden en berekeningen steunende, om in de buis van een zamengesteld mikroskoop een correctieglas te plaatsen, bestaande uit eene plano-convexe en eene plano-concave lens van gelijke krommingen, met de platte zijden benedenwaarts naar het objectief gekeerd. Hierdoor wordt dus in het vergroo-

(1) *Mikrographie.*

(2) Schumacher's *Astronom. Nachrichten*, 1843. XX. s. 17 en 39, en Poggend. *Ann.* 1846. LXVIII. s. 33.

tend vermogen geene de minste verandering gemaakt; maar de eenige bestemming van dit correctieglas is de laatste overblijfselen der sphaerische aberratie op te heffen, waartoe hetzelve zoolang in de buis moet op en neder worden geschoven, totdat de juiste plaats is gevonden, waar de uitwerking het best blijkt te zijn. Barfuss is hierbij blijkbaar uitgegaan van de meening, dat in een achromatisch objectiefstelsel hoofdzakelijk alleen de chromatische aberratie is verbeterd, terwijl daarentegen, gelijk wij vroeger (Dl. I. § 65, § 127 en § 158) gezien hebben, ook de sphaerische aberratie zoowel door de verbinding van eene flintglas- met eene crownglaslens, als door vereeniging van twee of meer dier dubbellenzen tot een stelsel, eene verbetering ondervindt, die zelfs in overbetering kan overgaan, gelijk werkelijk het geval is in de objectiefstelsels, welke in onze zamengestelde mikroskopen gebezigd worden, waar de tegengestelde aberratiën van het objectief en van het oculair elkander wederkeerig opheffen. Het is vermoedelijk hieraan te wijten, dat de voorslag van Barfuss, welker theoretische juistheid niet wel te betwijfelen valt, bij de uitvoering door Nobert (1) eene ongunstige uitkomst opleverde. Deze kon bij het gebruik van oververbeterde objectiefstelsels niet wel anders zijn. Doch, hoewel de verwachtingen van Barfuss (2) van het

(1) Poggend. *Annal.* LXVII. p. 184.

(2) Barfuss is van meening, dat met zijn correctieglas het beeld door het objectief gevormd zoo zuiver en scherp zoude worden, dat men nagenoeg het geheele vergrootend vermogen van het mikroskoop in het oculair zoude kunnen verplaatsen. Het door hem berekend objectief vergroot niet meer dan 5 maal, en hiermede zoude, met behulp der oculairen, eene 200 malige vergrooting kunnen worden bereikt. Dit mag men gerustelijk voor eene hersenschim verklaren. Ook kon alleen gebrekkige praktische kennis van het mikroskoop er Barfuss toe brengen om te schrijven (s. 45): » *Doppelobjective von* $\frac{1}{15}$ *Zoll Brennweite und einem Oeffungswinkel von* 65°,

gunstige gevolg zijner methode voorzeker zeer overdreven zijn, zoo is het echter aan den anderen kant niet te ontkennen, dat zij eene nadere beproeving wel waardig is, en in bepaalde gevallen van nut zal kunnen wezen.

Zoo b. v. zal men in een correctieglas van deze zamenstelling een middel vinden, om den invloed der dekplaatjes tegen te gaan; en alleen de ondervinding zal kunnen leeren of deze handelwijze al of niet de voorkeur verdient boven de beide andere, die tegenwoordig in gebruik zijn, en wederom op hunne beurt naauwkeurig met elkander zullen moeten vergeleken en getoetst worden, alvorens te beslissen, welke hunner de meeste voordeelen aanbiedt. De handelwijze van Ross, bestaande in de verandering van den afstand der voorste lens van de beide andere, die het stelsel zamenstellen, is voorzeker eenvoudiger dan die van Amici, welke het gebruik van een grooter getal achromatische lenzen vordert, en schijnt, na de daarin door Smith gemaakte verbetering, in even ruime mate als deze voor het gebruik van dekplaatjes van zeer verschillende dikte geschikt te zijn. Dit echter kan men met zekerheid zeggen, dat ieder mikroskoop gebrekkig is, waarbij op dien invloed der dekplaatjes geen acht is geslagen, en dat die invloed des te merkbaarder wordt, naar mate de beide aberratiën vollediger zijn opgeheven. Met hetzelfde meermalen genoemde Amicische stelsel van 8,7 millim. brandpuntsafstand, waarmede de 8ste groep van het proefplaatje nog kan worden

---

wie sie in England verfertigt worden seyn sollen, gehören gewiss zu den slechtesten dioptrischen Machwerken." Wat zal men dan zeggen van objectieven, welke eenen dubbel zoo grooten openingshoek bezitten, gelijk zij thans aldaar vervaardigd, en met volle regt als de zegepraal der kunst beschouwd worden.

opgelost, wanneer er een dekplaatje van een millimeter dikte opgelegd is, zijn nog slechts de streepjes der 5de groep onderscheidbaar, indien dit dekplaatje verwijderd wordt. Bij minder deugdzame stelsels is dit verschil wel is waar geringer, maar middelmatigheid kan nimmer het doel van eenig streven zijn.

424. Eindelijk zoude de vraag kunnen ontstaan, of er voor den verschillenden aberratietoestand der oogen van verschillende personen geene verbeteringsmiddelen aan het mikroskoop behooren te worden toegevoegd. Het oog en het mikroskoop maken toch te zamen één optisch geheel uit, en daar het niet te betwijfelen valt, dat het oog niet volkomen aplanatisch is, zoo mag men het als meer dan waarschijnlijk beschouwen, dat er in dit opzigt tusschen het oog van den eenen en dat des anderen verschil zal bestaan, en bij gevolg ook dezelfde aberratietoestand in het mikroskoop niet op alle oogen eenen gelijken invloed zal hebben. Werkelijk heeft men van tijd tot tijd gelegenheid op te merken, dat sommige moeijelijk zigtbare bijzonderheden, bij het zien van twee personen door hetzelfde mikroskoop, door den eenen volstrekt niet meer bespeurd worden, terwijl de ander dezelve nog even kan waarnemen. Dit kan niet geweten worden aan een verschil in den accomodatietoestand van de oogen der beide waarnemers, dewijl men hierin door de fijne instelling voorzien kan, noch ook aan de meerdere of mindere gevoeligheid van het netvlies, daar men het verschil waarneemt bij personen die voor elkander niet onderdoen in scherpte van het gezigt onder gewone omstandigheden. Waarschijnlijk moet men dus hier denken aan eene meerdere of mindere overeenstemming tusschen het oog en het

mikroskoop, zoodat de in beide tegengestelde aberratiën zich bij den eenen volledíger wederkeerig opheffen dan bij den anderen. Amici is hierop reeds bedacht geweest (z. bl. 215), doch, of de ronddraaijing der geheele mikroskoopbuis om hare as aan zulk een doel kan beantwoorden, schijnt voor het minst twijfelachtig. Waarschijnlijker is het dat hier dergelijke middelen zullen kunnen helpen, als die welke strekken ter veronzijdiging van den invloed der dekplaatjes, en dit zoo zijnde, dan zal een gering verschil in de dikte dezer laatsten voor onderscheiden oogen moeten plaats hebben, en dikwerf voldoende zijn om het evenwigt te herstellen.

Dit bewijst echter op nieuw van hoeveel belang het is, dat ieder zijn eigen mikroskoop bestudere, zonder onbepaald af te gaan op de door den maker daarbij gevoegde aanwijzingen. Deze kunnen volkomen naauwkeurig wezen voor diens eigen oog, maar het in mindere mate voor dat eens anderen zijn.

425. Indien men moet aannemen, dat het optisch vermogen der zamengestelde mikroskopen nog steeds voor belangrijke verbetering vatbaar is, dan is het anders gelegen met hun werktuiglijk gedeelte. Voor die soort van onderzoekingen althans, waartoe tegenwoordig het mikroskoop wordt aangewend, voldoet de werktuiglijke inrigting door het meerendeel der makers aan hunne werktuigen gegeven, niet alleen volkomen aan de behoeften van den wetenschappelijken waarnemer, maar men treft zelfs in sommige gestellen, vooral die der engelsche vervaardigers, eene weeldrigheid aan in het aanbrengen van allerlei kunstmatige bewegingsmiddelen, welke, hoe vernuftig ook uitgedacht, hoe keurig en meesterlijk ook uitgevoerd, toch meerendeels als overtollige verfijningen kunnen beschouwd worden.

Welke de hoofdvereischten zijn van een goed gestel voor een zamengesteld mikroskoop, is reeds in het I^ste^ Deel van dit werk, § 165 en vervolg., met de noodige uitvoerigheid besproken, en ik kan dus hier daarheen verwijzen. In het algemeen kan men aannemen, dat alle in de laatste §§ van dit hoofdstuk beschreven gestellen daaraan op eene min of meer volledige wijze voldoen. Een overzigt van de wijze, hoe zulks door den eenen op deze door den anderen op gene wijze gedaan is, zoude mij echter hier in te vele herhalingen doen vervallen, hetgeen te minder noodig is, omdat ik reeds hier en daar kortelijk heb aangewezen, in welk opzigt deze of gene inrigting doelmatig of gebrekkig is.

Welligt zullen sommige lezers verwachten, dat ik, aan het einde dezer beschrijving van het zamengestelde mikroskoop, mijne meening zal te kennen geven aangaande degenen onder de tegenwoordig levende vervaardigers van mikroskopen, wier werktuigen, mijns inziens, boven die van anderen de voorkeur verdienen. Ik onthoud mij echter van zulk een oordeel, omdat het onmogelijk geheel billijk zoude kunnen wezen, en moet er zelfs hier ter plaatse op aandringen, om uit de vroeger medegedeelde uitkomsten van het onderzoek van verschillende mikroskopen geen voorbarig besluit op te maken, ten aanzien van de hoogte, waarop derzelver vervaardigers het in hunne kunst gebragt hebben. Alleen dan zoude het oordeel eenigen billijken grond hebben, wanneer verschillende werktuigen, die nagenoeg op hetzelfde tijdstip de werkplaats hunner makers verlaten hadden, onderling werden vergeleken, maar ook zelfs dan nog moet men het als waarschijnlijk aannemen, dat dé vergelijking van twee later vervaardigde werktuigen, tot andere uitkomsten kan geleiden.

Al hebben de vervaardigers van mikroskopen ook een meer of min vast model gekozen voor hunne gestellen, zoodat hunne werktuigen, wat den uitwendigen vorm en de inrigting van het geheel betreft, elkander telkens gelijken, anders is het met het optisch gedeelte; dit poogt ieder steeds meer en meer te volmaken, zoodat er tusschen de mikroskopen van denzelfden maker afkomstig, maar met tusschentijden van verscheidene jaren, steeds een veel grooter verschil in optisch vermogen bestaat, dan tusschen gelijktijdig door verschillende makers vervaardigde werktuigen. Het is gedeeltelijk aan het niet in het oog houden van dezen regel, dat het verschillend oordeel moet worden toegeschreven, hetwelk door onderscheiden personen over mikroskopen wordt geveld, die afkomstig zijn uit dezelfde werkplaats. Hier komt nog bij, dat de meesten zeer geneigd zijn bepaaldelijk aan dat mikroskoop de voorkeur boven andere te geven, waarvan zij zich zelve sedert eenen geruimen tijd bedienen, iets hetgeen zeer natuurlijk is, daar elk zijn eigen werktuig het beste kent, en er reeds daarom alleen beter door zal waarnemen dan door een ander, waarvan hem de deugden en gebreken nog nieuw zijn. Dit echter kan men veilig beweren, dat, zoo ook niet alle werkplaatsen op dit oogenblik volkomen op gelijke lijn kunnen geplaatst worden, het verschil evenwel niet zoo merkbaar is, of verreweg het groote meerendeel der nasporingen, waartoe mikroskopisch onderzoek gevorderd wordt, kunnen met onze nieuwere aplanatische mikroskopen, onverschillig door wien der bekende en bovengenoemde makers zij vervaardigd zijn, met nagenoeg gelijke mate van zekerheid en naauwkeurigheid verrigt worden; en het is alleen in sommige gevallen, zoo als b. v. bij nasporingen, die de ontwikkelingsgeschiedenis der elemen-

taire organische deelen betreffen, dat de hoogste graad van bereikte optische volkomenheid wenschelijk is.

Eindelijk maak ik hier nog ten slotte opmerkzaam op het groot getal der mikroskopen, welke, sedert de uitvinding der handelwijze om hen aplanatisch te maken, reeds vervaardigd zijn. In Londen zijn van 1836 tot 1848 door Ross, Powell en Smith, behalve de kleinere werktuigen, 836 zamengestelde mikroskopen van den eersten rang afgeleverd (1). Oberhäuser, die in productiviteit alle anderen overtreft, zond mij, op het laatst van 1848, zijn 1550ste mikroskoop. Voegt men nu hierbij die, welke uit andere werkplaatsen afkomstig zijn, dan kan men het geheele getal van aplanatische zamengestelde mikroskopen, die op dit oogenblik in Europa verbreid zijn, veilig op minstens zes of zevenduizend schatten, en aannemen, dat dit cijfer jaarlijks met drie of vierhonderd nieuwe vermeerderd wordt. Welk eene aanwinst voor de wetenschap, indien met elk dier mikroskopen slechts eene enkele nieuwe ontdekking gedaan werd!

(1) Quekett, l. c. p. 46.

HET ENKELVOUDIG KATOPTRISCH MIKROSKOOP.

426. Dat de ouden somwijlen gebruik maakten van het vergrootend vermogen der holle spiegels, is reeds vroeger aangetoond (bl. 11). Het eerst echter, dat wij een soort van mikroskoop door middel van eenen hollen spiegel gevormd, vermeld vinden, is in de laatste helft der zeventiende eeuw. In het meergemelde in 1685 verschenen werk van Zahn (1), vindt men de beschrijving van zulk een werktuig, bestaande uit eenen hollen spiegel, geplaatst in eene vierkante houten kast, welke van eene opening voorzien was, waardoor men de voor den spiegel geplaatste voorwerpen vergroot zag. Het behoorde tot de zoogenaamde *Microscopia curiosa*, en was bestemd om prenten of grootere voorwerpen, zoo als bloemen enzv., vergroot te zien. Evenwel hadden reeds vroeger, blijkens het getuigenis van Zahn zelven, Gervasius Mattmüller, dien hij *Opticus Caesareus* noemt, alsmede P. Traber, de schrijver van den *Nervus opticus* in 1675 uitgekomen, dergelijke werktuigen vervaardigd.

Later wendde ook Stephen Gray eene holle spiegelende oppervlakte als mikroskoop aan, en wel op de volgende zeer vernuftige wijze (2).

---

(1) *Fund.* III. p. 113.

(2) *Philos. transact.* 1697. p. 511.

Hij gebruikte daartoe een klein koperen ringetje *a* (z. Pl. X. fig. 1), waarvan de binnenste omtrek eenen doormeter van hoogtens $\frac{1}{10}$ van een duim had. Dit ringetje bestreek hij met eene oplossing van salpeterzuur kwikzilver, en bragt er vervolgens een droppel kwikzilver in. Vervolgens plaatste hij den ring met den daarin bevatten droppel op den rand van eenen kleinen hollen cylinder *b*, waardoor de aanvankelijk biconvexe droppel eene holle spiegelende oppervlakte aannam, en een op den vereischten afstand geplaatst voorwerp zich sterk vergroot vertoonde. Tot opname van het voorwerp diende een doorboord plaatje *c*, dat aan den genoemden cylinder door middel van een staafje bevestigd was, en door eene schroef hooger en lager kon gesteld worden. Doch, hoe vernuftig ook uitgedacht, kon dit werktuigje slechts van weinig dienst zijn, daar zich de voorwerpen natuurlijk zeer gebrekkig verlicht moesten vertoonen. Hiervoor is beter gezorgd in een katoptrisch mikroskoop, dat door Selva, een Venetiaan, in 1769 aan de fransche academie werd aangeboden (1), en waarin de holle spiegel van 6 lijnen straals bevat was in eene groote glazen lens, welker eenige dienst echter bestond in het verlichten van het voorwerp.

Het schijnt niet, dat men zich later op het vervaardigen van enkelvoudige katoptrische mikroskopen heeft toegelegd. Ook zijn dezelve uit hunnen aard weinig tot ander gebruik

---

(1) *Histoire de l'academie*, 1769. p. 129. De beschrijving is zeer kort, doch er wordt uitdrukkelijk gezegd, dat het een zuiver *katoptrisch* mikroskoop was. Santini, *Teorica degli Stromenti ottici*, II. p. 197, deelt mede, dat de zoon van Selva, die een werk over optica (*Dialoghi ottici*, Venezia 1787) geschreven heeft, daarin verhaalt, dat zijn vader reeds in 1740 een gregoriaansch teleskoop in een zeer goed mikroskoop had veranderd, waarvan hij in 1761 de beschrijving gaf, terwijl hij het later in den vereenvoudigden vorm aan de fransche academie aanbood.

geschikt, dan om den waarnemer gelegenheid te geven, zijne eigene oogen bij eene sterkere vergrooting te beschouwen, iets dat trouwens zelden te pas komt. Voor onderzoek in het algemeen zijn lenzen ontegenzeggelijk veel doelmatiger, want het ontbreken der kleurverstrooijing bij holle spiegels weegt niet op tegen de vele andere bezwaren hunner aanwending.

HET KATADIOPTRISCH MIKROSKOOP.

427. De reeds vroeger opgemerkte gebreken der zamengestelde dioptrische mikroskopen, en de moeijelijkheid om deze te verbeteren, waren oorzaak, dat men, ter vervanging van het dioptrische objectief, zijne toevlugt nam tot katoptrische hulpmiddelen.

Men weet dat Newton een der eerste (1) geweest is, die terugkaatsende verrekijkers heeft vervaardigd. Hij was ook de eerste, die het denkbeeld geopperd heeft, om een katadioptrisch mikroskoop zamen te stellen. In twee in 1679 aan Oldenburg Secretaris der *Royal Society* geschreven brieven (2), ontwikkelde hij zijne meening omtrent de wijze, hoe een dergelijk werktuig beboorde te worden ingerigt. Echter blijkt het niet, dat hetzelve door hem of onder zijn toezigt werkelijk is uitgevoerd. Het doel van Newton was eenvoudig, in de plaats van het voorwerpglas in het zamengesteld mikroskoop, eenen hollen spiegel te bezigen met zijnen hollen kant bovenwaarts gekeerd. Daarboven zoude het voorwerp op den vereischten afstand van den spiegel geplaatst, en nu door middel van een oogglas verder vergroot worden.

(1) De eerste die een spiegel-teleskoop vervaardigd heeft, was Nicolaas Zucchius, wiens pogingen daartoe van 1616 dagteekenen. Z. *Nicolai Zuchii*, *Optica Philosophia*. Lugduni 1652. p. 126.

(2) Brewster, *Life of Sir* Isaac Newton, p. 311.

Deze inrigting onderscheidde zich dus van het zamengesteld dioptrisch mikroskoop hoofdzakelijk daarin, dat het eerste beeld, in stede van door een enkelvoudig dioptrisch mikroskoop, door een enkelvoudig katoptrisch mikroskoop werd gevormd. Daar nu het op deze wijze gevormde beeld niet onderhevig was aan de chromatische aberratie, zoo moest het zich beter en scherper begrensd vertoonen, dan in het zamengesteld dioptrisch mikroskoop.

Werkelijk zijn er mikroskopen naar dit voorstel van Newton vervaardigd, ofschoon het mij niet gebleken is door wien, even min als de juiste tijd wanneer. Men vindt er een afgebeeld en beschreven in het reeds meermalen aangehaalde *Vollständiges Lehrgebäude der ganzen Optik.* (1). De geheele inrigting (z. Pl. X fig. 2) bestaat uit een voetstuk a, waardoor eene schroef gaat, waarop de holle spiegel b bevestigd is, en daarmede hooger en lager kan gesteld worden. Op het voetstuk staan twee stijlen c en d, in eene van welke zich een klein beweeglijk armpje e bevindt, dat in eene spits uitloopt, om het voorwerp op vast te steken. De beide stijlen zijn vereenigd door eene schijf fg, in welker midden het oogglas is geplaatst. Hoe hoogst gebrekkig deze inrigting was, waarbij zelfs niet van eene buis was gebruik gemaakt om het overtollige licht buiten te sluiten, valt dadelijk in het oog.

In 1736 bedacht Robert Barker (2) eene andere inrigting van een katadioptrisch mikroskoop, hetwelk naar zijne aanwijzing door Scarlet werd uitgevoerd. Het bestond uit twee holle spiegels, namelijk eenen grooteren die in het midden doorboord was, en eenen kleineren, welke diende,

(1) P. 389. Tab. II. fig. 7, overgenomen uit de derde uitgave van Bion *Mathematische Werkschule*, die in 1726 verscheen.

(2) *Philos. transact.* 1736. p. 259.

om de stralen, die van het voorwerp op den grooten spiegel waren opgevangen en weder teruggekaatst, door de opening van dezen heen naar het oculair over te brengen, dat uit twee glazen bestond, waardoor het vergroote beeld werd waargenomen. De kleinste spiegel was geplaatst in de as eener buis, welke in eene tweede wijdere buis gleed. Door middel eener schroef, konden deze buizen over elkander bewogen worden, ten einde den juisten afstand tusschen de twee spiegels daar te stellen. Het geheele werktuig was op eenen voet geplaatst, volkomen op de wijze van een Gregoryaansch teleskoop, waarmede de gansche inrigting dan ook zeer groote overeenkomst had (1). Een bijzondere voorwerpplaat of andere toestel om het voorwerp op te plaatsen was niet voorhanden, en de brandpuntsafstand bedroeg 9 tot 24 duim.

Deze groote brandpuntsafstand, waardoor het hier beschreven werktuig veeleer tot de reeds meer genoemde mikroskopische verrekijkers, dan tot de eigenlijke mikroskopen behoorde, doet reeds dadelijk inzien, dat van hetzelve weinig te wachten was. Veel doelmatiger ingerigt was het katadioptrisch mikroskoop door Smith van Cambridge in 1738 uitgedacht (2). Het bestond mede (zie de afbeelding in doorsnede Pl. X. fig. 10) uit twee boven elkander geplaatste spiegels *ab* en *cd*, doch waarvan de onderste bol en de bovenste hol was. Zij waren in hun midden doorboord, en de kromming der oppervlakten zoodanig berekend, dat de

(1) Barker zelf zegt in de beschrijving, dat zijn mikroskoop gemaakt is »*on the model of the Newtonian Telescope;*" dit is echter blijkbaar onjuist. Dat Selva vier jaren na Barker een dergelijk katadioptrisch mikroskoop vervaardigde, is reeds gezegd. Zie de noot op bl. 292.

(2) Zie de uitvoerige beschrijving in zijn *System of Opties*. II. *Remarcs*. p. 87 et seq.

sphaerische aberratie werd opgeheven. Het voorwerp werd geplaatst onder den benedensten spiegel in *o*, waar het op de gewone wijze kon verlicht worden, en deszelfs beeld, door de terugkaatsing der beide spiegelende oppervlakten gevormd, werd door een biconvex oogglas *ef* vergroot gezien (1). De vergrooting bedroeg 500 maal. Brewster, (2) die gelegenheid had een op dergelijke wijze vervaardigd werktuig te onderzoeken, zegt daarvan, dat het verwonderlijk wel voldeed, en dat men daardoor de streepjes op sommige proefvoorwerpen met groote scherpte zien kon (3).

Hier te lande zijn katadioptrische mikroskopen van gelijke zamenstelling nog voor weinige jaren vervaardigd door S. J. Rienks, geboren te Hallum in Friesland, een man die het mechanisch genie, dat aan het Friesche volkskarakter eigen is, in hooge mate bezat, en, even als zoovelen onder zijne stamgenooten (4), zonder eenig eigenlijk onderrigt in de

---

(1) Even als Barker het teleskoop van Gregory zich bij zijn mikroskoop tot voorbeeld had gesteld, zoo vinden wij in dat van Smith de inrigting van het teleskoop van Cassegrain terug.

(2) *Treatise on the microscope.* 1832. p. 88.

(3) Ook B. Martin schijnt zich met het vervaardigen van katadioptrische mikroskopen te hebben bezig gehouden, want van hem bestaat eene verhandeling: *On the use of the reflecting telescope as an universal perspective for viewing every sort of objects*, voorkomende in zijne *Optical Essays*, die in 1770 verschenen zijn. Ik ken deze niet, en in zijne in 1759 uitgekomen tweede uitgave der *Philosophia Brittannica*, p. 49, worden alleen de vroeger bekende inrigtingen van Newton en Smith vermeld. Te oordeelen echter naar den titel van bovengenoemde verhandeling, schijnt Martin alleen op het oog gehad te hebben een katadioptrisch werktuig, dat zoowel als teleskoop als ook als mikroskoop kon gebruikt worden, op eene dergelijke wijze als zijne polydynamische mikroskopen.

(4) Ik ben de mededeeling aangaande de mikroskopen van Rienks verschuldigd aan den heer J. J. Bruinsma te Leeuwarden, die mij te gelijker tijd nog de namen heeft opgegeven van eenige andere Friezen, die, even als Rienks autodidakten, zich op de vervaardiging van mikroskopen hebben toegelegd, als: Roelof H. Hommema te St. Anna

natuur- noch werktuigkunde genoten te hebben, zich, in vereeniging met eenen anderen Fries Roelofs, heeft toegelegd op de vervaardiging van verschillende optische werktuigen, inzonderheid van spiegeltelescopen, waaronder twee van dertien voeten lengte, welke, ofschoon door latere werktuigen overtroffen, toch in 1825 toen zij op de tentoonstelling van nationale nijverheid te Haarlem prijkten, aan hunne vervaardigers eenen welverdienden roem deden verwerven.

Op eene in 1844 te Leeuwarden gehouden tentoonstelling van Friesche nijverheid bevonden zich, behalve eenige dioptrische mikroskopen, ook vier katadioptrische mikroskopen door Rienks vervaardigd. De commissie ter beoordeeling zeide er van in haar verslag: »bij een schoon en helder licht veroorlooven zij de toepassing eener sterke vergrooting, en voor ondoorschijnende voorwerpen gelooven wij niet, dat deze mikroskopen ligt door anderen zullen overtroffen worden." Zij beroept zich hierbij op eene vergelijking met een aplanatisch mikroskoop door Chevalier in 1829 gemaakt. Voor doorschijnende voorwerpen, gaf zij de voorkeur aan dit

---

Parochie; Worp van Peyma, vroeger landbouwer te Tenaard, thans kolonist in Noord-Amerika; Arjen Roelofs Roelofs te Hijum; Hinze Beuts Gelder, molenaar te Beetgumer-molen. Deze namen mogen voldoende zijn ter regtvaardiging van het in den tekst gezegde betreffende de eigendommelijke geschiktheid en lust tot het daarstellen van physische instrumenten, die het friesche volkskarakter kenmerken, een karaktertrek, waarvoor overigens nog eene menigte andere bewijzen zouden kunnen worden bijgebragt. Wanneer ik onder het schrijven van dit werk dikwerf den stillen wensch heb gekoesterd, dat onze landgenooten den vroegeren roem wederom mogten handhaven in de kunst der vervaardiging van het door een' hunner uitgevonden werktuig, dan, ik beken het hier gaarne, hebben mijne gedachten zich daarbij doorgaans naar het Noorden van ons vaderland gewend, en werd tevens de hoop in mij levendig, dat deze bladen te eeniger tijd in handen van eenen dier in stilte met volhardende vlijt voortarbeidende Friezen geraken, en hem welligt ten wegwijzer worden zullen.

laatste; maar voor ondoorschijnende voorwerpen, bij opvallend licht gezien, bleken daarentegen de spiegelmikroskopen van Rienks de voorkeur te verdienen.

428. De moeijelijkheid echter, om katadioptrische mikroskopen te vervaardigen en den glans der spiegels ongeschonden te bewaren, schijnt de oorzaak geweest te zijn, dat hun gebruik nimmer algemeen is geworden. Toen echter de pogingen, om achromatische dioptrische mikroskopen tot stand te brengen, aanvankelijk schenen schipbreuk te zullen lijden, ondernam ook Amici (1) de vervaardiging van katadioptrische mikroskopen, welke gedurende verscheidene jaren eene regtmatige beroemdheid genoten.

In het I^ste^ Deel bl. 238 (2) is dit mikroskoop reeds van uit een theoretisch gezigtspunt beschouwd; wij willen het hier beschrijven, zoo als het door Amici vervaardigd is. Het is afgebeeld in Pl. X fig. 5; *ab* is de mikroskoopbuis; in *a* bevindt zich een elliptische holle metalen spiegel, in *b* het oculair. De lengte der buis is 12 E. duimen, haar doormeter en tevens die van den spiegel bedraagt 1,1 E. duim. De afstand van het digstbij zijnde brandpunt is 2,6 duim, van het verst verwijderde 12 duim. De ellips, waarvan de spiegel een deel uitmaakt, heeft derhalve de volgende afmetingen:

---

(1) *Memoria di Microscopi catadiottrici*, Modena 1818. Vergelijk Gilbert's *Ann.* 1820. LXVI. p. 253; *Ann. de Chem. et de Phys.* 1821. XVII, en Giovanni Santini, l. c. II. p. 197.

(2) Aldaar is eene misstelling ingeslopen, welke ik hier verbeter. Het kleine spiegeltje bevindt zich namelijk niet juist in het brandpunt des grooten, maar zooveel nader bij dezen, dat de afstand daarvan, vermeerderd met den afstand van het voorwerp, gelijk is aan den brandpuntsafstand.

de halve groote as . . . 7,500 E. duim.
» » kleine » . . . 4,274 » »
» excenticiteit bedraagt 0,644 » »

Aan het in de buis geplaatste stijltje *e* is een eirond spiegeltje bevestigd, onder eenen hoek van 45°; dit spiegeltje is de schuinsche doorsnede van een metalen cylindertje van $\frac{1}{2}$ duim in doormeter. Deszelfs afstand van het midden van den grooten spiegel is 1,5 duim. De buis heeft vlak onder den kleinen spiegel eene opening *d*, om de lichtstralen te ontvangen van het in *o* op de voorwerptafel geplaatst voorwerp; deze voorwerptafel wordt door middel van een rondselwerk met den geranden knop *r* op en neder bewogen langs den vierkanten stam, waarop de mikroskoopbuis rust. De gewone afstand, waarop de voorwerpen van de opening *d* moeten gebragt worden, bedraagt iets minder dan een duim. Voor de verlichting met doorvallend licht dient een holle glazen spiegel *s*, voor opvallend licht de lens *l*, of een klein hol spiegeltje (in de figuur niet afgebeeld) hetwelk aan het benedengedeelte *f* van de schroef *v* wordt geschroefd, en waarin eene opening is voor de lichtstralen, die, van de voorwerpen komende, door de opening *d* de buis binnentreden. De verschillende vergrootingen worden verkregen door verwisseling der oculairen; de sterkste dier vergrootingen bedraagt 1000 malen.

De helderheid en scherpte van dit mikroskoop moet zeer groot geweest zijn, vooral in vergelijking met die der toenmalige zamengestelde dioptrische mikroskopen. Doch, daar de deugd van zulk een katadioptrisch mikroskoop geheel berust op den naauwkeurigen elliptischen vorm des spiegels, zoo kan het niet verwonderen, dat anderen, die later dit mikroskoop namaakten, niet altijd even gelukkig slaagden als Amici. Daartoe behoort Ch. Chovalier, die vroeger

bij zijne groote horizontale mikroskopen (z. Pl. V. fig. 5) ook de buis van een geheel naar het Amiciseh model vervaardigd katadioptriseh mikroskoop voegde, hetwelk dan bij *b'* op den stam werd vastgezet, nadat de buis van het dioptriseh mikroskoop verwijderd was. Een in 1829 door hem vervaardigd werktuig van dien aard bleek mij echter zeer gebrekkig te zijn, zoodat het de meeste proefvoorwerpen weinig beter vertoonde dan een zamengesteld dioptriseh mikroskoop met gewone niet achromatiseke objeetieven.

Intusschen heeft later Cuthbert in Engeland bewezen, dat het niet alleen mogelijk was Amici op zijde te streven, maar ook te overtreffen. Op een tijdstip (1837), toen het zamengesteld dioptrisch mikroskoop, door de aplanatiseke objectiefstelsels, reeds tot eenen hoogen trap van volkomenheid was geraakt, beschreef Goring (1), onder den naam van *Amician Reflecting Engiscope*, een werktuig, dat onder zijne leiding door Pritchard vervaardigd was, maar waarbij verscheidene metalen objeetiefspiegeltjes behoorden, welke door Cuthbert, die zich lang had bezig gehouden met de vervaardiging van Gregoriaansche teleskopen, geslepen werden. Het hoofdpunt, waarin zich dit katadioptriseh mikroskoop onderscheidde van het oorspronkelijk door Amici vervaardigde, bestond daarin, dat het katoptrische objectief kon verwisseld worden met andere van verschillenden brandpuntsafstand, geheel op de wijze der dioptrische objeetieven. Bovendien sleep Cuthbert elliptische spiegeltjes van merkelijk korteren brandpuntsafstand en grooteren openingshoek dan Amici gedaan had, gelijk blijkt uit het volgende tafeltje der katoptriseke objectieven, welke bij dit mikroskoop behoorden:

(1) *Micrographia*. p. 1 et seq.

	Brandpuntsafstand.		Openingshoek.
N°. 1.	2 E. duim.	(50,8 millim.)	$15\frac{3}{4}°$.
» 2.	1 » »	(25,4 »)	$18\frac{1}{2}°$.
» 3.	0,8 » »	(20,3 »)	$27\frac{1}{2}°$.
» 4.	0,3 » »	(7,6 »)	$36\frac{1}{2}°$.
» 5.	0,4 » »	(10,2 »)	$41\frac{1}{4}°$.
» 6.	0,3 » »	(7,6 »)	55°.

Eene afbeelding van zulk een katoptrisch objectief, volgens de werkelijke grootte, wordt gezien in Pl. X fig. 12. Bij *c* bevindt zich de elliptische spiegel, bij *d* het kleinere vlakke spiegeltje, *f* is de opening daaronder. De naauwere buis, die de beide spiegels bevat, is geschroefd aan eene wijdere, welke op hare beurt aan het uiteinde der mikroskoopbuis (zie de veel verkleinde afbeelding in Pl. X fig. 9) bevestigd wordt. Wanneer het objectief buiten gebruik is, dan wordt de eene buis, waarvan de rand bij *b* gezien wordt, uitgetrokken, zoodat het buisgedeelte *e* over de opening *f* komt ter beschutting der spiegels.

De mikroskoopbuis rust op eene ronde zuil, waarop eene scharnier *a* aan den top gelegenheid geeft tot verandering der helling. Langs de driekante staaf *p* schuift de spiegel en de voorwerptafel op en neder, terwijl voor de fijne instelling der laatste de schroef *k* dient. Bij ditzelfde gestel voegde Pritchard ook aplanatische objectiefstelsels met een daarboven geplaatst regthoekig prisma, die op dezelfde wijze als de katoptrische objectieven werden gebruikt, zoodat het geheel derhalve zoowel een zamengesteld dioptrisch als een katadioptrisch mikroskoop daarstelde.

Dit werktuig staat op de prijscourant van Pritchard genoteerd voor £ 18 tot £ 55 (*f* 216—*f* 420). Met het volledige stel katadioptrische objectieven, zooals boven is op-

gegeven, was het echter reeds in 1857 niet meer te bekomen, daar Cuthbert, de eenige die tot hiertoe elliptische spiegeltjes van zoo korten brandpuntsafstand vervaardigd heeft, ten gevolge eener verzwakking van het gezigtsvermogen, daartoe buiten staat was geraakt. Wat het optisch vermogen van dit katadioptrisch mikroskoop betreft, zoo deelt Goring mede (1), dat hij, met een katadioptrisch objectief van 55° opening en 0,5 d. brandpuntsafstand, al de verschillende soorten van streepjes op de schubbetjes van *Pieris brassicae* met groote duidelijkheid kon zien.

Ook heeft Goring doen opmerken, dat men door eene opening in den elliptischen spiegel te maken, en daarin een zamengesteld dioptrisch mikroskoop van geringe vergrooting te plaatsen, dit als zoeker zoude kunnen gebruiken, ten einde de voorwerpen in het midden van het gezigtsveld te brengen.

429. Nog een groot aantal andere katadioptrische mikroskopen zijn in de laatste twintig jaren hetzij vervaardigd of alleen voorgeslagen. Ik zal dezelve hier achtereenvolgens vermelden, voor zoover zij ter mijner kennis zijn gekomen.

In 1832 beschreef Pott (2) een zoodanig werktuig, hetwelk van de vorigen daarin afweek, dat (z. Pl. X fig. 7) de voorwerpen in de buis zelve (bij *a*) geplaatst werden. Eigenlijk is deze inrigting dus dezelfde als die, welke oorspronkelijk door Newton was voorgeslagen, alleenlijk in zooverre gewijzigd en verbeterd, dat hier de lens *l* voor de verlichting met opvallend licht was aangebragt, terwijl de lens *r* en het platte spiegeltje *s* voor de verlichting van doorschij-

(1) *Micrographia*, p. 163.
(2) *Edinburgh Journal of Science*, 1832 N°. II. p. 61.

nende voorwerpen dienden. Later heeft Pott (1) den spiegel ook elliptisch gemaakt, en de wijze beschreven, waarop hij er dien vorm aan gegeven heeft. Brewster (2) roemt dit mikroskoop als bezittende buitengemeen veel helderheid en scherpte. De moeijelijkheid echter om de voorwerpen, die zullen worden waargenomen, binnen in de buis te brengen, zal het praktisch gebruik van zulk een katadioptrisch mikroskoop wel altijd zeer beperken.

Ook William Tulley, wien wij reeds vroeger (bl. 176) vermeld hebben als dengenen, die het eerst achromatische objectieven in Engeland heeft vervaardigd, heeft verschillende soorten van katadioptrische mikroskopen uitgedacht, welke door Goring zijn beschreven (3). Afbeeldingen der doorsneden van dat gedeelte der buis, waarin de spiegels bevat zijn, ziet men in Pl. X fig. 4, 5 en 6. De daarbij te bezigen oculairen zijn op de gewone wijze zamengesteld.

Het eerste (fig. 4) komt nagenoeg overeen met het zooeven beschreven werktuig van Pott. *A* is de elliptische spiegel, in *e* bevindt zich het voorwerp, in *a* een klein vlak spiegeltje voor de verlichting van hetzelve.

Het tweede (fig. 5) heeft eenen spiegel, met eene opening in het midden, even als die van een Gregoriaansch teleskoop. Hierdoor valt het licht regtstreeks op het in *a* geplaatste voorwerp. Het is dus alleen geschikt voor het zien van voorwerpen bij opvallend licht, ofschoon het niet moeijelijk zoude wezen deze inrigting met de vorige te verbinden en haar ook voor de waarneming van doorschijnende

(1) *Ed. Journ.* N°. XII. p. 228.
(2) *Treatise*, p. 32.
(3) *Micrographia*, p. 40.

voorwerpen geschikt te maken. Opmerking verdient het echter dat dit mikroskoop het eenige is, waarbij men voorwerpen met eenen daarop loodregt vallenden bundel van paralelle stralen kan verlichten, terwijl bij alle andere verlichtingswijzen van ondoorschijnende voorwerpen de stralen in eene schuinsche of convergerende rigting daarop geworpen worden, en ofschoon deze voorzeker, uithoofde der daardoor ontstaande schaduwen, in de meeste gevallen de voorkeur verdient, zoo is het echter waarschijnlijk, dat zich sommige bijzonderheden juist bij zulk loodregt paralel licht het best zullen vertoonen.

Beide deze vormen van het katadioptrisch mikroskoop hebben echter het nadeel, dat het voorwerp binnen in de buis geplaatst is. Beter daarom is de derde mede door Tulley uitgevoerde inrigting, in fig. 6 afgebeeld. Het voorwerp bevindt zich in *v* buiten de buis, en zendt zijne lichtstralen naar den elliptischen hollen spiegel *a;* deze kaatst ze terug naar den cironden vlakken spiegel *b*, welke eene opening heeft ter doorlating van de stralen, die van het voorwerp komen, en hen onder eenen hoek van 45° naar het oculair terugkaatst. Hoewel beter dan de vorige, doet deze inrigting echter voor de Amicische onder, daar het katoptrisch objectief hier moeijelijk van zulk eenen korten brandpuntsafstand kan vervaardigd worden, als daarbij mogelijk is.

Door Brewster (1) zijn tweederlei katadioptrische mikroskopen voorgesteld, doch, voor zoover mij bekend is, nimmer werkelijk uitgevoerd.

Het eerste (z. Pl. X fig. 8) is slechts eene wijziging van dat van Amici, daarin bestaande, dat, in stede van het

(1) *Treatise*, p. 91–93.

vlakke spiegeltje, een klein achromatisch prisma p in de buis wordt geplaatst, waardoor de van het voorwerp komende stralen op den spiegel r worden overgebragt, terwijl het voorwerp zelf op eene schuins staande onderlaag a wordt gelegd, om beter het licht te kunnen opvangen.

Meer beloovend is echter de tweede door Brewster voorgestelde inrigting, afgebeeld in Pl. X fig. 11. In a is een doorboorde elliptische holle spiegel, in b een klein vlak spiegeltje. Dit ontvangt het eerst de stralen van het voorwerp c, en kaatst deze terug naar den elliptischen spiegel a, welke in het verste brandpunt p het beeld vormt, dat dan door het oculair mn verder vergroot wordt. Daar het mikroskoop vertikaal staat, zoo geschiedt de verlichting van doorschijnende voorwerpen op de gewone wijze door eenen spiegel, terwijl een klein hol spiegeltje k voor de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen dient. Het gedeelte bak is derhalve een katoptrisch objectief, dat afwisselend met andere en ook dioptrische objectieven kan gebruikt worden, en inderdaad schijnt deze inrigting onder de velen, die zijn uitgedacht, de meeste voordeelen in zich te vereenigen.

Eindelijk heeft in Engeland nog voor eenige jaren Guthrie (1) eene wijziging van het Amicisch mikroskoop voorgeslagen, die echter niet zeer veel schijnt te verschillen van die, welke reeds Pott en Tulley daarin hadden gemaakt. Hij heeft namelijk mede het vlakke spiegeltje verwijderd, en het voorwerp in de buis geplaatst, doch daarbij het gedeelte der buis, dat zich nabij den spiegel bevindt, weggenomen, en daarvoor drie zuiltjes in de plaats gesteld, aan een van welke de voorwerpplaat is bevestigd,

(1) *Microscopic Journal* 1841. I. p. 15.

die door eene schroef naderbij of verder van den spiegel kan gebragt worden.

450. In Italie hebben zich na Amici nog anderen op de vervaardiging van katadioptrische mikroskopen toegelegd, namelijk Cavalleri (1) en Barnabita (2). Uit de beschrijving hunner werktuigen schijnt echter te blijken, dat óf beiden schier te gelijker tijd op hetzelfde denkbeeld zijn gekomen, óf, hetgeen waarschijnlijker is, dat de laatste het voorbeeld des eersten met eenige wijzigingen gevolgd heeft. Hoe dit zij, zie hier de beschrijving hunner werktuigen, van welke zij echter geene afbeeldingen hebben gegeven.

Dat van Cavalleri, hoogleeraar te Monza, bestaat uit eenen vertikalen glascylinder van 9‴ (bijna 2 centim.) in doormeter. De onderste naar het voorwerp toegekeerde en daarvan 7‴ verwijderde basis des cylinders is buitenwaarts hol, en bestaat uit eene sphaerische holte (*calotta*) in het midden, welke omgeven is van eene andere sphaerische oppervlakte van geringere kromming, welke, even als de eerste, haar middelpunt in de as des cylinders heeft liggen. De bovenste oppervlakte van dezen wordt door twee overeenkomstige gedeelten gevormd; eene in het midden gelegen holte van zwakke kromming is namelijk omgeven van eene bolle vlakte. De holte aan de basis en het bolle gedeelte der bovenvlakte zijn met bladtin verfolied, zoodat de eerste eenen bollen, het laatste eenen hollen spiegel daarstelt.

---

(1) Mohl's *Micrographie* p. 248, overgenomen uit *Atti della sesta reunione degli scienziati italiani* 1845, p. 42.

(2) *Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde*, 3te Reite, 1847. No. 7. s. 103; overgenomen uit het *Giornale dell' J. R. instituto lombardi e biblioteca italiana, fasc.* 36.

De vervaardiger zelf heeft doen opmerken, dat zijn mikroskoop niets anders is, dan een naar kleinen maatstaf uitgevoerde Cassegrainsche verrekijker. Hij kan het van eene lengte van 4 duim maken, en daarbij nog eene sterke vergrooting verkrijgen. Een van het voorwerp uitgaande lichtstraal beschrijft binnen in het glas eenen uit drie regte lijnen bestaande gebroken weg, en ondergaat bij de in- en uittreding geene merkelijke breking, door dat hij in beide gevallen oppervlakten treft, waarop hij nagenoeg loodregt valt.

In de hoofdzaken stemt de beschrijving, welke Barnabita van zijn mikroskoop heeft gegeven, hiermede overeen. Ook dit bestaat uit een cylindrisch stuk glas, waarvan de naar het voorwerp toegekeerde grondvlakte hol is, met eene kromming welke afhangt van den afstand des voorwerps. In het midden bevindt zich eene kleine diepere holte, waarvan de kromming door berekening bepaald wordt, en welke met spiegelfolie bekleed is. Het boveneinde van den cylinder is bol en desgelijks verfolied; ook hier moet de kromming door rekening gevonden worden. In het midden dezer oppervlakte is eene kleine niet verfoliede holte, waarvan de kromming bepaald wordt door den afstand van het beeld van datgene, hetwelk gevormd wordt door de stralen, die van den ondersten kleinen spiegel bovenwaarts teruggekaatst worden. Het gevormde beeld wordt vervolgens op de gewone wijze, door een oculair uit twee glazen bestaande, verder vergroot gezien.

Uit deze laatste regelen der beschrijving blijkt het eenige onderscheid tusschen de beide mikroskopen. Cavalleri bezigt namelijk zijnen glascylinder met deszelfs twee spiegelende oppervlakten, op de wijze van een enkelvoudig mikroskoop. Barnabita daarentegen heeft er een katadioptrisch objectief in een zamengesteld mikroskoop van gemaakt. Ook is het blijk-

baar, dat het met voordeel van eene veel geringere grootte kan vervaardigd worden, dan Cavalleri zulks heeft gedaan.

De weg der stralen in zulk een katadioptrisch objectief is dan de volgende. Het voorwerp, door eenen spiegel op de gewone wijze verlicht, werpt zijne stralen ongebroken door de benedenste holle vlakte op de bovenste bolle; hier worden zij teruggekaatst, zoodat zij op den kleinen bollen spiegel der onderste oppervlakte vallen, vandaar weder door het holle gedeelte der bovenvlakte ongebroken opwaarts gaan, en daarboven dan het vergroote beeld vormen.

Het denkbeeld, dat aan deze inrigting van het katadioptrisch mikroskoop tot grondslag ligt, is voorzeker vernuftig te noemen, en een hoofdvoordeel van katoptrische objectieven van dit maaksel zoude welligt daarin bestaan, dat zij van zeer geringe afmetingen, en gevolglijk met een aanzienlijk vergrootend vermogen, kunnen vervaardigd worden. Echter is het te betwijfelen, of zij wel immer ingang zullen vinden, uithoofde der groote moeijelijkheid, welke schier aan onmogelijkheid grenst, om aan de holle en bolle glasoppervlakten, die hier voor spiegels moeten dienen, eene elliptische kromming te geven, zonder welke echter aan geene voldoende verbetering der sphaerische aberratie te denken is.

451. Ten slotte moet ik hier nog gewag maken van eenen voorslag van Doppler (1), waarover reeds vroeger (I^ste^ Deel § 171) gesproken is, voor zoo ver de theoretische gronden betreft, waarop die voorslag berust. Doppler namelijk meent uit zijne beschouwingen te moeten afleiden, dat niet een

(1) Christian Doppler, *Ueber eine wesentliche Verbesserung der katadioptrischen Mikroskope*, Prag. 1845.

der schedelgedeelten, maar een ander tusschenliggend deel van de oppervlakte eener ellipsoide, de meest geschikte kromming bezit voor den spiegel van een katadioptrisch mikroskoop, en gaat zelfs zoover van te gelooven, dat hierdoor een beeld zoude gevormd worden zoo scherp en zuiver, zoo volkomen vrij van alle aberratiën, dat hij in goeden ernst het voorstel doet, om een geheel huis opzettelijk voor zulk een mikroskoop te bouwen, en daarvan ook eene afbeelding in doorsnede heeft gegeven. Daaruit blijkt, dat dit huis zoude bestaan uit twee verdiepingen. In een vertrek, aan het einde der benedenverdieping, bevindt zich de voorwerptafel, waarop de voorwerpen verlicht worden door middel eener zeer groote lens, die het licht concentreert eener hydroöxygeengasvlam op kalk. Een laboratorium ter bereiding der gazen wordt naast het voorwerptafel-vertrek gezien. In de zoldering van dit laatste is eene opening, waardoor de stralen van het voorwerp vallen op den schuins geplaatsten elliptischen spiegel, die zich derhalve op de tweede verdieping en wel aan het uiteinde eener lange gang bevindt. Deze gang vertegenwoordigt hier de mikroskoopbuis; aan haar ander uiteinde is namelijk het oculair geplaatst, waardoor Doppler de voorwerpen 20000 malen vergroot wil zien.

Het zal wel niet noodig zijn over het al of niet uitvoerbare van zulk eenen voorslag hier iets te zeggen. Had Doppler bij zijne theoretische kundigheden een weinig praktische kennis van het mikroskoop bezeten, zijn plan, vergezeld van eene oproeping aan de duitsche vorsten, tot oprigting van zulk een reusachtig katadioptrisch mikroskoop, zoude wel achterwege zijn gebleven.

452. Uit het in dit hoofdstuk behandelde blijkt, dat men velerlei en ten deele zeer uiteenloopende pogingen heeft in het werk gesteld, ten einde zich de eigenschappen van den hollen spiegel ten nutte te maken, door dezen als katoptrisch objectief te gebruiken, en dat sommigen zelfs in den allerlaatsten tijd, nu het dioptrisch objectief tot zoo hoogen graad van volkomenheid is gebragt, den moed niet hebben opgegeven, om dit door het eerste te vervangen. De voor- en nadeelen van beide soorten van objectieven zijn reeds in het I^ste^ Deel § 173, op gronden aan de theorie en aan de ervaring ontleend, uiteengezet, en daaruit het besluit afgeleid, dat het niet waarschijnlijk is, dat de dioptrische mikroskopen althans vooreerst door de katadioptrische zullen worden verdrongen. Bij de aldaar aangevoerde gronden voor dit gevoelen, voeg ik alleen nog de volgende. De sphaerische aberratie is in het beeld, gevormd door eenen volmaakt elliptischen spiegel, wel is waar, geheel opgeheven, doch het spreekt van zelf, dat dit, ofschoon in theorie waar, praktisch slechts bij benadering mogelijk is. Werktuigen, die met eenige zekerheid den werkman in staat stellen aan de kleine spiegeltjes, die hier gevorderd worden, eene vaste kromming te geven, bestaan er niet, en het is niet waarschijnlijk dat deze, zelfs wanneer zij uitgedacht werden, hier immer aanwendbaar zullen zijn. Alles komt derhalve aan op het geduld en de handigheid des vervaardigers; men kan er zelfs bijvoegen: op het toeval, dat hem gunstig of ongunstig kan wezen. Anders is het met de dioptrische objectieven, zoo als deze thans vervaardigd worden. Ook hier heeft de maker het, wel is waar, slechts tot op eene zekere hoogte in zijne magt de aberratiën in de enkele dubbellenzen te verbeteren; doch, dit gedaan zijnde, vereenigt

hij twee, drie of zelfs vier dier zelfde nog gebrekkig verbeterde dubbellenzen tot een stelsel; hij wijzigt dan hunnen onderlingen afstand zoolang, totdat zij blijken te zamen een scherp en zuiver beeld te geven, en het dioptrisch objectief is gereed, voorzeker binnen een veel korter gemiddeld tijdsbestek dan het mogelijk is een katadioptrisch objectief daar te stellen, van gelijke betrekkelijke volkomenheid. Hier komt nog bij, dat men niet verwachten kan immer katoptrische objectieven tot stand te brengen, van zoo korten brandpuntsafstand en zoo grooten openingshoek, als het thans gelukt is aan de aplanatische lenzenstelsels te geven. Het meest vergrootende door Cuthbert vervaardigde spiegeltje had eenen brandpuntsafstand van 7,6 millim. en eene openingshoek van 55°, terwijl men thans lenzenstelsels daarstelt, waarvan de brandpuntsafstand vier tot vijf malen kleiner, en de openingshoek meer dan dubbel zoo groot is.

455. Wij hebben reeds meermalen gelegenheid gehad eenige algemeen verspreide dwalingen omtrent de geschiedenis der mikroskopische werktuigen aan te toonen. Zoo zagen wij b. v.: hoe eene verkeerde vertaling oorzaak geweest is, dat aan het eerste mikroskoop van Hans en Zacharias Janssen eene monsterachtige lengte werd toegeschreven (bl. 119), — hoe de door Leeuwenhoek uitgedachte holle spiegeltjes voor de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen ten onregte als eene uitvinding van Lieberkühn worden opgegeven (bl. 44), — verders dat Frauenhofer, die algemeen als de eerste vervaardiger van achromatische objectieven voor mikroskopen beschouwd wordt, door twee onzer landgenooten hierin was voorgegaan, van welken althans de een eene beschrijving van zijn mikroskoop had doen drukken (bl. 170).

Nergens echter is de dwaling grooter, dan ten aanzien van den eersten uitvinder van het zonmikroskoop. Alle nieuwere buitenlandsche schrijvers hebben Baker nageschreven, die aan Lieberkühn de eigenlijke uitvinding van dit werktuig en aan Cuff deszelfs verbetering door toevoeging van den spiegel toeschrijft. Dit zoude plaats gehad hebben in 1738. Wij zullen echter zien, dat het zonmikroskoop voorzien

van eenen spiegel, reeds veel vroeger bekend en beschreven was.

434. De eigenlijke geschiedenis van dit werktuig begint met de uitvinding van den toverlantaarn. Er zijn er (1), die meenen, dat reeds Porta eenen wenk nopens de zamenstelling van dit werktuig zoude gegeven hebben; doch zekerder is het, dat hetzelve het eerst werkelijk beschreven is door Kircher in zijne *Ars magna lucis et umbrae*, waarvan de eerste uitgave in 1646 verscheen. Reeds toen ook was Kircher op het denkbeeld gekomen, om, in plaats eener lamp, het licht der zon, opgevangen door eenen metalen spiegel, te bezigen (2). Op de oppervlakte van dezen spiegel werden ver-

(1) *Encycl. Britt.* ed. 6. XIV. p. 173. In de *Magia naturalis* van Porta is niets te vinden, dat dit aanduidt. Het boek van denzelfden schrijver: *De refractione optica* 1593, heb ik niet kunnen naslaan, doch daar Libri, die anders nergens verzuimt de ontdekkingen zijner landgenooten op den voorgrond te stellen, er geheel over zwijgt, zoo meen ik het er voor te moeten houden, dat deze meening ongegrond is.

(2) *Ars magna lucis et umbrae.* ed. alt. Amstelodami 1671, p. 768, 793 en 794. Ofschoon ik alleen de 2de uitgave heb kunnen raadplegen, zoo blijkt echter uit het op p. 768 door Kircher aangemerkte, dat hij reeds tijdens de eerste uitgave van zijn werk van dezelfde middelen gebruik maakte. Wilde (*Geschichte der Optik.* I. p. 294) betwijfelt of Kircher wel de uitvinder van den tooverlantaarn is, omdat Dechales (*Mundus mathematicus.* ed. altera 1690. III. p. 696) berigt, dat een Deen hem reeds in 1665 eenen toverlantaarn met twee bolle glazen vertoond had, terwijl Kircher den zijnen eerst in de 2de uitgave zijner *Ars magna lucis et umbrae* in 1671 uitgekomen, maar niet in die van 1646 zoude beschreven hebben. Nu zegt echter Kircher uitdrukkelijk (p. 768 der 2de uitgave), dat hij den tooverlantaarn reeds in de vroegere uitgave beschreven heeft, maar voegt er tevens bij, dat Thomas Walgenstein een Deen dezen naderhand verbeterd heeft, schoon het moeijelijk is uit zijne woorden op te maken, waarin de verbetering eigenlijk heeft bestaan. Voorloopig, totdat ik gelegenheid zal gehad hebben de uitgave van 1646 te raadplegen, of het daar over dit onderwerp opgeteekende naauwkeuriger elders vermeld vind, meen ik dus Kircher als den uitvinder te moeten

schillende zaken geschilderd, welke zich dan, nadat de lichtstralen door eene bolle lens in eene donkere kamer waren getreden, op de tegenovergestelde muur vergroot vertoonden. Zelfs bezigde hij daartoe levende insekten, die hij op den vooraf met honig bestreken spiegel plaatste, ten einde hunne bewegingen daardoor te vertragen, of hij stak eene vlieg of ander insekt aan eene naald, en hield dan achter den spiegel eene magneet, die hij heen en weder bewoog, om aldus de beweging van het dier na te bootsen. Uit de door hem gegeven afbeelding blijkt, dat zijn toestel bestond uit eene horizontaal geplaatste plank, aan welker eene uiteinde zich de spiegel bevond, die om eene as kon bewogen worden, terwijl de lens op den vereischten afstand kon worden gesteld, door middel eener overlangsche groeve in dezelfde plank, waarin de beugel, die de lens droeg, op en neder kon geschoven worden. Deze toestel werd dan gehouden voor eene opening der donker gemaakte kamer, en de spiegel zoo gerigt, dat de zonnestralen door de lens en de opening vielen. Hoe onvolkomen deze toestel ook was, zoo is het echter duidelijk, dat hij het zonmikroskoop in deszelfs allereenvoudigsten vorm daarstelde, en dat er niet veel nadenken toe vereischt werd, om hem aanmerkelijk te verbeteren.

Werkelijk is dit ook weinige jaren later geschied. In het meer gemelde werk van Zahn, in 1687 uitgekomen, lezen wij vooreerst: dat de tooverlantaarn, als zijnde een waar mi-

---

blijven aanmerken. Nog door eenen anderen wordt aan Kircher de eer der uitvinding betwist. Kolhans namelijk schrijft in zijne *Neuerfundene mathematische und optische Curiositäten*, in 1676 te Leipzig gedrukt (p. 318), de uitvinding toe aan den Neurenberger J. F. Grindl, over wiens op eene bijzondere wijze ingerigt zamengesteld mikroskoop wij vroeger (z. bl. 127) gehandeld hebben. Het schijnt echter, dat deze getuigenis van te late dagteekening is, om in aanmerking te komen.

kroskoop (1), ook kan gebruikt worden, om kleine insekten en in het water levende diertjes vergroot voor te stellen, maar ten tweede dat men in stede van lamplicht ook het zonlicht tot verlichting der voorwerpen kan doen strekken, en dat men, ten einde dit gemakkelijker op te vangen

(1) *Oculus artificialis* Fund. III. p. 255. » *Cum in Lucerna megalographica veri microscopii Speciem habeamus, in qua etiam minima reposita, plurimum tamen aucta in trajecta imagine repraesentari possunt, haud aliter imagines objectorum minutorum adhibitis aliis microscopiis in oculum trajectae multo majores ipsis objectis depingi solent, sic etiam in Lucerna magica, si minutissima animalcula in loco vitri plani reponantur, eadem mirifice aucta in pariete vel quocunque plano dealbato repraesentari poterunt.*" Vervolgens beschrijft hij de wijze hoe dit geschieden moet, door middel van twee plaatjes van glas of van mica, die door eenen ring van elkander gescheiden worden gehouden, en gaat daarna op de volgende wijze voort: » *Cum solis radii idem praestare possint, quod lampadis lumen a speculo reflexum, si in tubum ita duo vitra lenticularia, prout in lucerna magica fieri debet, reponantur, et quaecunque minuta objecta, veluti muscae aliaque animalcula in loco imaginis collocentur tubusque soli in obscurato conclavi ita obvertatur, ut radii ad parietem, vel quodcunque planum dealbatum trajici possint, haberi poterit illius minuti objecti appositi imago multo major aeque in pariete albo, pro ut per lucernam fieri solet. Quod si etiam non satis commode tubus directe soli obverti queat, poterunt debite praetento speculo plano radii intus non obscurato conclavi ad quemcunque peritum locum traduci pro imagine ibidem efformanda.*"

Waarschijnlijk is het echter, dat reeds Dechales nog vóór Zahn op het denkbeeld was gekomen om den tooverlantaarn als zonmikroskoop aan te wenden. In de tweede uitgave van zijnen *Cursus seu mundus mathematicus*, in 1690 uitgekomen, leest men (p. 693), nadat hij (p. 696) gewag heeft gemaakt van den tooverlantaarn, welken een geleerde Deen, die in 1665 door Lyon reisde, aldaar vertoonde, de volgende woorden: » *Microscopium habes in hujusmodi machina, quod tamen ad usum revocare poteris sine illa Si enim tubo eadem vitra inseras nempe primum* 5, *secundum digitorum* 10, *primoque imponas museam aut quodcunque objectum minutum, tum illud soli obvertas, ut transmittatur solis radius in opposito pavimento, habebis illius objecti imaginem. Nam solis radius idem praestat quod lumen a sole reflexum.*" Daar hij nu (p. 696) schrijft » *hoc anno* 1665" zoo schijnt uit den geheelen zamenhang te blijken, dat hij reeds in dat jaar het gebruik van den tooverlantaarn als zonmikroskoop had ingezien.

en te rigten, eenen vlakken spiegel daartoe kan aanwenden.

Van toen af aan kan men rekenen, dat het zonmikroskoop in al deszelfs hoofdbestanddeelen werkelijk bestond. Het eenige, dat van latere dagteekening schijnt te zijn, is de bijvoeging der verlichtingslens, ten einde het gebruik van sterker vergrootende lenzen, dan die, welke gewoonlijk bij den tooverlantaarn gebezigd worden, mogelijk te maken. Daar echter nergens eene naauwkeurige melding gemaakt wordt van het vergrootend vermogen dezer eerste zonmikroskopen, zoo is hieromtrent moeijelijk iets met eenige zekerheid te zeggen.

455. Het is eerst ruim eene halve eeuw later, dat het zonmikroskoop algemeen bekend raakte, onder den naam van *donkere-kamer-mikroskoop.* Fahrenheit, een Danziger van geboorte, doch sedert 1701 te Amsterdam woonachtig, waar hij in 1736 stierf, had reeds eenigen tijd vóór zijnen dood zulk een werktuig vervaardigd. Lieberkühn had dit ten huize van George Clifford en Hendrik de Raad te Amsterdam gezien, lang vóór dat hij naar Engeland overstak. Hij maakte het na, vertoonde het op zijne reizen aan verscheidene geleerden, en ging voor den uitvinder door (1).

---

(1) Het hier gezegde steunt op eene aanteekening, gevoegd door den vertaler (denzelfden als den uitgever Isaäc Tirion?) bij de hollandsche uitgave van Baker's *Microscope made easy* p. 20. Deze aanteekening luidt aldus: » *De heer* D. G. Fahrenheit, *die in 't jaar* 1736 *overleden is, had het Donkere-kamer-mikroskoop, reeds eenigen tijd voor zijnen dood vervaardigd; en de heer* Lieberkuhn *in Holland zijnde, heeft het bij de heeren* George Clifford en Hendrik de Raad, *te Amsterdam, met veel genoegen beschouwd, alvorens hij naar Engeland overstak. Omdat nu gemelde heer dergelijk een stelsel van zijn eige maaksel eerst heeft vertoond, zal onze schrijver zich waarschijnlijk verbeeld hebben, dat hij hiervan zoowel de eerste uitvinder was, als van het Mi-*

Het zonmikroskoop van Lieberkühn, en gevolglijk ook dat van Fahrenheit, was althans in één opzigt gebrekkiger dan de vroegere inrigtingen. Het bezat namelijk geenen spiegel, en moest derhalve steeds naar de zon toegekeerd worden, iets dat natuurlijk met veel bezwaar gepaard ging. Het was de engelsche instrumentmaker Cuff, die er den spiegel bijvoegde, of, om juister te spreken, den reeds vroeger gebruikten spiegel weder invoerde.

De eerste zonmikroskopen bezaten eene houten plaat, en de ronddraaijende beweging van den spiegel geschiedde door middel van een koord of snoer, die in de sleuf liep der schijf, waarop de spiegel bevestigd was, terwijl deze hooger of lager naar den stand der zon gezet werd, met behulp van een dik koperdraad, hetwelk door eene opening in de schijf met een beweegbaar armpje aan den spie-

---

kroskoop voor ondoorschijnende Voorwerpen. Voor welk laatste wij zoowel als de Engelschen aan dien uitmuntenden Konstenaar verpligt zijn; en kan hetzelve niet genoeg geprezen worden van de zulken die het met naukeurigheid beschouwd hebben."

Ik heb deze aanteekening hier in haar geheel ingelascht, omdat zij, schoon, voor zoover mij bekend is, den eenigen grond opleverende tot de stelling, dat Lieberkühn alleen op het voorbeeld van Fahrenheit zijn zonmikroskoop heeft vervaardigd, daartoe echter allezins afdoende schijnt te zijn. De vertaling van Baker's werk is namelijk verschenen in 1744, dus weinige jaren na het verhaalde, toen waarschijnlijk de daarin genoemde personen, met uitzondering van Fahrenheit zelven, nog in leven waren, en men kan derhalve niet wel aan een opzettelijk uitgedacht verdichtsel denken, en dit te minder, omdat de schrijver der aanteekening blijkt zeer gunstig voor Lieberkühn te zijn ingenomen, en geen bedenken draagt, om hem (hoewel, gelijk wij zagen, zeer ten onregte) de uitvinding van de terugkaatsende spiegeltjes voor de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen toe te schrijven. Ten einde echter Lieberkühn niet te betigten van iets, waaraan hij zich eigenlijk niet heeft schuldig gemaakt, moet ik hier nog doen opmerken, dat hij zelf nergens in geschrifte zich als uitvinder van het zonmikroskoop heeft genoemd.

gel verbonden was (1). Als vergrootingstoestel bezigde men het Wilsonsche enkelvoudige mikroskoop. Weinige jaren later, nadat dit werktuig meer algemeen was geworden, werden deze bewegingen verbeterd. De plaat en de beweegbare schijf werden van koper vervaardigd, en de laatste van tanden voorzien, zoodat zij door middel eener schroef zonder einde kon rondgedraaid worden. Deze inrigting treffen wij aan bij de door Johannes Paauw te Leiden vervaardigde zonmikroskopen, waarvan Musschenbroek (2) eene afbeelding heeft medegedeeld, alsmede bij het mikroskoop, waarvan Wiedenburg (3) eene beschrijving gaf. De laatste vervaardigde en beschreef ook eenen toestel, om, in stede der zon, het licht eener kaars te gebruiken, welke toestel echter niets anders is, dan eene met eenige buitengewone zorg vervaardigde tooverlantaarn.

---

(1) Zie de afbeelding daarvan in het meergemelde boek van Baker. — Ten einde de kosten van dit werk niet zeer te vermeerderen door de drie of vier platen, welke zouden vereischt worden voor de afbeeldingen der verschillende soorten van beeldmikroskopen en der daarbij behoorende verlichtingstoestellen, heb ik bij dit hoofdstuk geene figuren gevoegd. Ik heb daartoe te eer vrijheid gevoeld, omdat de beeldmikroskopen voor de eigenlijke wetenschap wel altijd van zeer ondergeschikt belang zullen blijven.

(2) *Introductio ad philosophiam naturalem.* Lugd. Batav. 1762. p. 790. Tab. XIV. fig. 7.

(3) *Beschreibung eines verbesserten Sonnen-Mikroskops.* Nürnberg. 1758. Na het vroeger omtrent de uitvinding van het zonmikroskoop gezegde, klinkt het niet weinig zonderling op pag. 7 van dit boekje te lezen: » *Die erstere Erfindung des Sonnen-Mikroskops sind wir wohl den Engelländern schuldig, gleichwol aber haben es die Teutschen ungleich stark verbessert.*" Doch Wiedenburg schijnt in de geschiedenis van de werktuigen, die hij vervaardigde niet bijzonder te huis geweest te zijn, want, op p. 4 noemt hij onder degenen, aan wie de uitvinding van het mikroskoop wordt toegeschreven, ook Borellus! Wij mogen derhalve de zoo even aangehaalde zinsnede gerust over het hoofd zien, en het voor onwaarschijnlijk houden, dat zelfs een engelschman zich op het gezag van Wiedenburg beroepen zal, om te bewijzen dat het zonmikroskoop eene engelsche uitvinding is.

436. Inmiddels zag men ook in, dat het zonmikroskoop, op eene eigene wijze ingerigt, bijzonder geschikt is om teekeningen te vervaardigen van mikroskopische voorwerpen. Een daartoe dienende toestel werd in 1767 door G. F. Brander (1) uitgedacht. Deze bestond uit eene vierhoekige piramiedsgewijs toeloopende kast, aan welks smalste einde zich het mikroskoop met de lenzen en het er tusschen geplaatste voorwerp bevond, terwijl het vergroote beeld aan het tegenovergestelde einde door eenen schuins geplaatsten spiegel op een horizontaal gesteld mat glas werd teruggekaatst. Daar de zonnestralen niet door eenen spiegel werden opgevangen, zoo moest de geheele kast naar de zon toegekeerd worden. Hiertoe was de kast in haar middengedeelte opgehangen aan twee spillen tusschen twee regtopstaande zijstukken, zoodat zij onder allerlei hellingshoeken kon gesteld worden, door middel van een koord, hetwelk om eene van onderen geplaatste schijf liep.

Door Ledermüller (2) is een dergelijke toestel beschreven, welke eene uitvinding van von Gleichen was, en een andere door Burucher te Neurenberg vervaardigd. Ook Martin (3) verbond zijn zonmikroskoop met eene camera obscura. Straks zal ik nog eenige zoodanige toestellen van lateren tijd vermelden.

---

(1) *Kurze Beschreibung einer ganz neuen Art einer Camerae obscurae, insgleichen eines Sonnen-mikroskops, welches man bequem aller Orten hinstellen und ohne Verfinsterung des Zimmers gebrauchen kann.* Augspurg. 1767.

(2) *Mikroskopische Belustigungen.* 1768. Holl. vert. *Mikrosk. Vermakel.* III: pl. XXI. IV. p. 57. pl. VII.

(3) *A Description und Use of a proportional Camera obscura, with a Solar Mieroscope adapted thereto*, gevoegd achter zijne *Description and Uso of an opako Solar microscope.* 1774.

Eenigzins anders ingerigt, doch gedeeltelijk tot hetzelfde doel bestemd, namelijk het teekenen van mikroskopische voorwerpen, was het lampmikroskoop in 1771 door Adams uitgedacht, later door zijnen zoon en door Jones verbeterd. Het bestaat uit eene horizontaal geplaatste vierhoekige piramidale houten kast, rustende op eene lange koperen staaf, terwijl het geheel door een behoorlijk voetstuk gedragen wordt. Op het eene einde dezer koperen staaf bevindt zich de vertikaal gestelde voorwerpplaat met de lenzen, die het licht eener Argandsche lamp op het voorwerp concentreren. De houten kast is aan haar eene einde voorzien van eene buis, waarop de lenzen geschroefd worden, die het vergroote beeld vormen, terwijl aan het breedste uiteinde der kast een mat geslepen glas in eene vertikale rigting geplaatst is, om het beeld op te vangen. De toenadering van de lens tot het voorwerp geschiedt door een rondselwerk en eene schroef zonder einde, waardoor de geheele kast heen en weder bewogen wordt.

Later onderging deze toestel verschillende verbeteringen in de werktuiglijke inrigting, en werd hij ook geschikt gemaakt voor de waarneming van ondoorschijnende voorwerpen (1).

457. Ook het zonmikroskoop zelf werd omtrent dezen tijd verbeterd, door bijvoeging van verschillende toestellen tot waarneming van ondoorschijnende voorwerpen.

Reeds Lieberkühn zoude een zonmikroskoop voor ondoorschijnende voorwerpen hebben ingerigt. Aepinus (2) verhaalt, dat hij het weinige weken vóór zijnen dood bij hem

(1) Zie Adam's *Essays on the Microscope*. ed. 2. 1798. p. 64 et seq.
(2) *Nov. Comm. Ac. Petrop.* IX. p. 316.

heeft gezien, schoon hij zich later de wijze der inrigting volstrekt niet kon herinneren.

In 1750 stelde Euler (1) eenige verbeteringen voor van den tooverlantaarn en het zonmikroskoop, welke de verlichting van ondoorschijnende voorwerpen ten doel hadden. Daartoe raadt Euler aan bij den tooverlantaarn twee elliptische holle spiegels te gebruiken, indiervoege vóór het voorwerp geplaatst, dat de lamp zich in het eene brandpunt van elken spiegel bevindt, terwijl het voorwerp in het andere geplaatst is. Bij het zonmikroskoop stelt hij voor eene lens zoodanig in eene schuinsche rigting voor en ter zijde van het voorwerp te brengen, dat de door eenen spiegel opgevangen zonnestralen op het voorwerp geconcentreerd worden. Ik weet niet, of deze door Euler geopperde verbeteringen werkelijk zijn uitgevoerd, ten zij het door Häseler (2) mogt gedaan zijn.

Aepinus (3) beschreef in 1765 den door hem vervaardigden toestel tot verlichting van ondoorschijnende voorwerpen in het zonmikroskoop. Deze bestond hoofdzakelijk daarin, dat, door eene aan een gewoon zonmikroskoop aangebragte inrigting, het door de achter het voorwerp geplaatste lens reeds geconcentreerde licht op een vlak cirkelvormig spiegeltje werd opgevangen, dat zich voor en ter zijde van het voorwerp in eene eenigzins schuinsche stelling bevond; zoodat het licht op het voorwerp werd teruggekaatst.

---

(1) *Emendatio laternae magicae ac microscopii solaris. Nov. Comm. Ac. Petrop.* III. p. 363.

(2) Van dezen bestaat een geschrift getiteld: *Verbesserung der Sonnen-Mikroskope, der Zauberlaterne und Camera obscura, nach* Euler. Holzminden 1779. Daar ik dit niet ken, zoo weet ik niet in hoeverre het de beschrijving van werkelijk vervaardigde werktuigen bevat.

(3) *Nov. Comm. Ac. Petrop.* T. IX. p. 316.

Een jaar later gaf Zeiher (1) de beschrijving van tweederlei inrigtingen van dien aard, doch, uit hetgeen Aepinus zelf zegt, blijkt dat de toestellen van Zeiher reeds bestonden, toen de eerste de zijne beschreef.

Eene dezer inrigtingen van Zeiher is alleen bestemd voor grootere voorwerpen, b. v. munten, en zoo ingerigt, dat de door de verlichtingslens geconcentreerde stralen schuins vallen op eene voorwerpplaat, die met de as van het werktuig eenen hoek van 37° tot 38° maakt.

De andere toestel is voor kleinere voorwerpen berekend, welker verlichting geschiedt door eenen doorboorden hollen spiegel, die het licht op de voorvlakte van het voorwerp concentreert (2).

Benjamin Martin (3) gaf in 1774 de beschrijving van zijn zonmikroskoop voor ondoorschijnende voorwerpen, en zijne inrigting is tot op den huidigen dag met geringe wijzigingen nog bij velen in gebruik gebleven. Zij komt in de hoofdzaak overeen met die van Aepinus, namelijk daarin, dat de verlichting geschiedt door eenen vlakke spiegel, die voor en ter zijde van het voorwerp in eene schuinsche rigting geplaatst is, en het reeds door de voorwerplens geconcentreerde licht op het voorwerp terugkaatst. Doch

---

(1) *Nov. Comm. Ac Petrop.* X. p. 299.

(2) Hendrik Hen te Amsterdam, van wiens zamengesteld mikroskoop ik reeds vroeger (bl. 161) eene beschrijving heb gegeven, vervaardigde ook zonmikroskopen, waarvan de werktuiglijke uitvoering inderdaad uitstekend goed mag genoemd worden, en waarbij een verlichtingstoestel voor ondoorschijnende voorwerpen gevoegd werd, die geheel met de bovengenoemde van Zeiher overeenkwam, bestaande uit eene korte doch wijde ronde buis, aan welker eene uiteinde tegenover het voorwerpglas een doorboorde holle metalen spiegel was geplaatst, welke het licht terugwierp op het in de as der buis geplaatste voorwerp.

(3) *Description and use of an opake Solar microscope.* Londen 1774.

de spiegel van Martin is veel grooter en in een afzonderlijk vierkant kastje besloten, dat aan het ligchaam van het mikroskoop wordt vastgeschroefd.

Eenige jaren geleden is door Pritchard (1) eene andere handelwijze beschreven, die oorspronkelijk in Amerika is uitgedacht. In plaats van één verlichtingslens worden er vier gebruikt, die in een cirkel geplaatst zijn. De aldus geconcentreerde lichtbundels worden opgevangen door vier spiegels, die in eene schuinsche rigting voor het voorwerp geplaatst zijn. Deze inrigting schijnt echter te zamengesteld om behoorlijk te voldoen. De toestel, waaraan Pritchard zelf de voorkeur geeft, blijkt geene andere dan de reeds beschrevene van Zeiher te wezen.

Eindelijk stelde Brewster (2) voor, om, in plaats van de voorwerplens, eenen doorboorden hollen spiegel te gebruiken. Het voorwerp kan dan op de gewone wijze door de verlichtingslens aan de achtervlakte, welke naar de holle zijde van den spiegel is toegekeerd, verlicht worden, en de holle spiegel zoude als katoptrisch objectief ter vorming van het beeld dienen.

458. Inmiddels bleef het zonmikroskoop aan dezelfde gebreken mank gaan, die aan de volmaking der overige dioptrische werktuigen in den weg stonden. In 1765 stelde, wel is waar, Aepinus de aanwending van doubletten voor, in stede eener enkelvoudige lens, hiertoe blijkbaar geleid door de reeds (bl. 74) vermelde verhandeling van Euler over de verbetering van het enkelvoudig mikroskoop, terwijl Mar-

(1) *Micrographia* p. 189. De naam van den Amerikaanschen uitvinder wordt hier niet genoemd.

(2) *Treatise on the microscope*. 1837. p. 114.

tin eenige jaren later het gebruik van achromatische lenzen voorsloeg, maar het schijnt niet, dat eén dezer beide voorstellen toen werkelijk is uitgevoerd. In 1813 zocht Brewster hetzelfde beginsel, dat hij ter achromatisatie van zamengestelde mikroskopen had aangewend (z. bl. 175), ook op het zonmikroskoop toe te passen. Zijn toestel bestond uit eene korte horizontale buis, die van boven eene opening had. In het opene einde dezer buis was eene planoconvexe voorwerplens bevestigd, met de bolle zijde buitenwaarts gekeerd. Het andere einde was gesloten met een vlak glas. Nu werd de buis gevuld met eenig vocht en daarin het voorwerp gedompeld, dat op de gewone wijze door eenen spiegel en lens verlicht werd. Het zal wel naauwelijks behoeven opgemerkt te worden hoe hoogst gebrekkig, en in hoe weinige gevallen werkelijk bruikbaar deze inrigting was. Later leerde Robison (1) de voordeelen kennen, die verbonden zijn aan het gebruik van het uit twee glazen zamengestelde oculair van Ramsden, in plaats der gewone voorwerplens. Dollond voorzag de door hem vervaardigde zonmikroskopen van een objectief, uit twee plano-convexe lenzen bestaande, even als de Wollastonsche doubletten, en Coddington paste er zijne uitgegroefde lenzen op toe (2).

Toen eindelijk het zamengesteld mikroskoop van aplanatische lenzenstelsels werd voorzien, was het natuurlijk gevolg, dat men daarvan ook bij het zonmikroskoop begon gebruik te maken. Het eerst geschiedde dit door Ch. Chevalier, en zijn voorbeeld vond weldra algemeene navolging, zoodat bij alle nieuwere zonmikroskopen de objectieven uit aplana-

(1) Goring *and* Pritchard, *Micrographia* p. 170.
(2) *Micrographia*. p. 183.

tische lenzenstelsels bestaan, die alleen daarin van diegene verschillen, welke als objectief in een gewoon zamengesteld mikroskoop gebruikt worden, dat de crown- en flintglaslenzen niet onderling door canadabalsem verbonden zijn, dewijl de warmte, waaraan zij zijn blootgesteld, dit verbindingsmiddel weldra zoude doen verbranden, of ten minste troebel worden.

439. De zonmikroskopen, zoo als deze thans door onderscheidene optische instrumentmakers vervaardigd worden, verschillen in de werktuiglijke inrigting onderling te weinig, dan dat wij dezelve niet onder eene algemeene beschrijving zouden zamenvatten.

Alle deelen worden uit geel koper vervaardigd. De vierkante plaat, welke met twee of vier schroeven in de opening van het luik wordt bevestigd, moet dik en zwaar zijn. Hierin draait de schijf rond door een getand rad, of nog beter door eene schroef zonder einde, welke in de tanden vat, waarvan de rand der schijf aan de helft van haren omtrek voorzien is, zoodat eene omwenteling van 180° graden geschieden kan. Aan de achtervlakte der schijf is de spiegel, welke men tegenwoordig teregt veel breeder en langer maakt dan men vroeger gewoon was (1). Het raam des spiegels is door eene scharnier verbonden met de schijf, en de hellingshoek des spiegels wordt veranderd door een getand rad, waarvan de knop aan de binnenvlakte der schijf uitkomt. In de cirkelvormige opening der schijf past de kegelvormig toeloopende

(1) Reeds Hendrik Hen voorzag zijne zonmikroskopen van buitengewoon groote spiegels. Bij een zijner in het begin dezer eeuw vervaardigde werktuigen, bevond ik dat de spiegel 0,50 met. lang en 0,20 met. breed was, terwijl de doormeter der verlichtingslens 0,19 met. bedroeg. In weerwil der aanzienlijke zwaarte van dezen reusachtigen spiegel, zijn zijne bewegingen toch zeer juist en gemakkelijk.

buis, waarin de verlichtingslens bevat is. Deze is gewoonlijk biconvex. Goring (1) bezigde daarvoor eene groote achromatische lens, iets dat eenig nut kan hebben, doch de kostbaarheid van den toestel zeer verhoogt, alhoewel het waar is, dat het daarvoor gebezigde flintglas niet noodzakelijk zoo deugdzaam en vrij van streepen behoeft te wezen, als dat, hetwelk voor een verrekijker-objectief van gelijke grootte gevorderd wordt. Verders is de toestel hetzij zoo ingerigt, dat, door verlenging of verkorting der buis, het voorwerp in een breeder of smaller gedeelte des stralenkegels kan gebragt worden, of wel er worden nog eenige andere verlichtingslenzen van korteren brandpuntsafstand bijgevoegd, welke tijdelijk op den weg der stralen kunnen gesteld worden, en deze dan meer of minder convergerend maken. Ter vasthouding der voorwerpen dienen twee platen, waarvan de eene beweeglijk is, en door eene spiraalveer tegen de andere wordt gedrukt. De vaststaande dier beide platen is dan verbonden met eenen vierkanten stam, waarlangs zich door middel van een rondselwerk eene staaf beweegt, welke aan haar uiteinde voorzien is van eenen dwarsarm, uitloopende in eenen ring, waarin de lenzen of lenzenstelsels geschroefd worden. Dit laatste gedeelte van den toestel stemt derhalve nagenoeg overeen met de inrigting der meeste nieuwere enkelvoudige mikroskopen, en heeft de plaats van het vroeger gebruikelijke Wilsonsche mikroskoop ingenomen.

Bij een zonmikroskoop kunnen, even als bij een zamengesteld mikroskoop, een grooter of geringer getal van lenzenstelsels gevoegd worden, als ook vele of weinige hulpwerktuigen tot het verrigten van verschillende soorten van

(1) *Micrographia*. p. 31.

waarnemingen. Van deze meerdere of mindere volledigheid hangt natuurlijk de prijs af.

Ziehier de prijzen, waarvoor de zonmikroskopen op de prijscouranten van eenigen der optische instrumentmakers voorkomen:

Charles Chevalier te Parijs 320-500 francs = *f* 152-*f* 238.
Lerebours » » 180-320 » » *f* 86-*f* 152.
Simon Plössl te Weenen 176 Conv. Gl. » *f* 218.
Pistor en Martins te Berlijn 60-150 Thl » *f* 106-*f* 266.
Pritchard te Londen £ 5 s. 5-£ 38 » *f* 63-*f* 456.

440. Behalve enkele lenzen of lenzenstelsels kunnen nog andere optische hulpmiddelen tot vorming van het vergroote beeld worden aangewend. Zoo heeft Goring daartoe een geheel zamengesteld achromatisch mikroskoop gebruikt, waardoor de beelden niet alleen vergroot maar ook regtgekeerd worden. (Men vergelijke hier overigens het reeds in het I^ste^ Deel bl. 175 daaromtrent gezegde). Dezelfde beproefde ook zijn katadioptrisch mikroskoop (z. Dl. III. bl. 301) op gelijke wijze, doch de uitkomst was daaraan niet gunstig. Daarentegen verhaalt hij, dat een zijner vrienden de daarbij behoorende spiegeltjes alleen had gebruikt, en over hunne uitwerking zeer voldaan was geweest (1). Ook Brewster (2) heeft voorgeslagen het door hem uitgedachte katoptrisch objectief (z. Pl. X. fig. 11, verg. bl. 306) in plaats der gewone dioptrische objectieven te bezigen, doch het is zeer onwaarschijnlijk, dat óf dit óf eenige andere katoptrische inrigting immer blijken zal boven de thans in gebruik zijnde lenzenstelsels de voorkeur te verdienen.

---

(1) *Micrographia*, p. 27.
(2) *Treatise*, p. 112.

441. Reeds op bl. 520 zijn eenige toestellen vermeld, welke in de vorige eeuw zijn uitgedacht, om het beeldmikroskoop zoodanig in te rigten, dat het voor het teekenen der daardoor gevormde beelden geschikt werd. Ook in onzen tijd heeft men andere tot hetzelfde doel bestemde werktuigen vervaardigd.

Daaronder behoort vooreerst een werktuig in 1822 door Vincent en Charles Chevalier gemaakt, waarvan mij echter de inrigting niet bekend is, evenmin als van een ander, dat Charles Chevalier eenige jaren later vervaardigde, volgens de aanwijzingen van Percheron en Lefèbre, waaraan zij den naam van *megagraphe* gaven, en waarbij eene lamp ter verlichting voldoende is, daar het bestemd is, om alleen bij vergrootingen van 5 tot 25 maal gebruikt te worden (1). Op zijne prijscourant staat het genoteerd voor den prijs van 200 francs.

Een andere dergelijke toestel is in 1827 door Schilling te Breslau vervaardigd (2), doch ook hiervan is mij het maaksel niet nader bekend.

Daarentegen heeft Goring in 1837 (3) eene uitvoerige beschrijving en afbeelding gegeven van eenen door hem uitgedachten toestel, welke hoofdzakelijk op de volgende wijze is ingerigt. In eene ronde opening van een sterk houten raam of scherm, regtopstaande op vier pooten, wordt het zonmikroskoop bevestigd, op gelijke wijze als gewoonlijk in een vensterluik geschied. Het scherm wordt zoodanig geplaatst, dat de zon den spiegel beschijnt, welke overigens op de gewone wijze beweeglijk is. Ook de geheele overige

(1) Chevalier, l. c. p. 40.

(2) Vermeld in de *Konst- en Letterbode*, 1827. I. p. 337.

(3) *Micrographia*, 1837. p. 84.

inrigting van het mikroskoop is dezelfde als van andere zonmikroskopen; alleenlijk wordt, in plaats van een enkel objectief, eene buis gebruikt van een zamengesteld mikroskoop, voorzien van een objectiefstelsel en een oculair. Deze buis glijdt in eene andere, welke vastgeschroefd is op dat gedeelte van den toestel, welke de voorwerptafel en den springveertoestel bevat. Ter opvanging van het beeld dient eene donkere kamer, zijnde eene houten kast, waarop van boven een kegelvormig toeloopende koker is geplaatst, aan welks top zich eene zijdelingsche opening bevindt, en hiervoor een vlak metalen spiegeltje onder eenen hoek van 45° geplaatst, of nog beter een regthoekig glazen prisma (1). De opening wordt vlak tegenover het oculair geplaatst, zoodat de stralenbundel, die anders een vertikaal beeld zoude gevormd hebben, nu onder eenen regten hoek wordt omgebogen, en het beeld zich vertoont op den horizontaal geplaatsten bodem der kast; deze bodem is bedekt met gips en heeft eene holle oppervlakte, ten einde te beantwoorden aan de kromming van het beeld. Ter beschouwing van dit laatste zijn er, in den bovenrand der kast, twee tegen elkander overstaande van luikjes voorziene openingen gemaakt, waardoor twee waarnemers te gelijker tijd kunnen zien. De zijdelingsche wanden der kamer kunnen worden weggenomen, ten einde den waarnemer gelegenheid te geven om het beeld te teekenen, nadat hij een scherm over het hoofd heeft gehangen, om het licht buiten te sluiten.

Wanneer men een gewoon zonmikroskoop wil bezigen om het beeld, dat voor de teekening bestemd is, op te vangen,

(1) Goring raadt aan de spiegelende oppervlakte van dit prisma te verfolien, iets dat wel volstrekt onnoodig is. Overigens had Chevalier reeds vroeger bij zijne zonmikroskopen een dergelijk prisma gevoegd, om het beeld op eene horizontale vlakte op te vangen.

dan is deze Goringsche toestel voorzeker zeer doeltreffend, doch bij zulk een mikroskoop is de regeling der verlichting altijd lastig en moeijelijk, vooral wanneer de waarnemer op eenigen afstand van het scherm en van den spiegel bezig is met de beelden om te trekken, die zich in de donkere kamer vertoonen. Men zoude, wel is waar, hier, gelijk ook bij het gewone gebruik van het zonmikroskoop, de verlichting door eenen heliostaat kunnen regelen, doch zulk een werktuig is reeds op zich zelve zeer kostbaar. Veel eenvoudiger en aan het doel volkomen even goed beantwoordende is daarom eene andere inrigting, welke ik in 1839 (1) onder den naam van *draagbaar zonmikroskoop* het eerst heb beschreven. Ik maakte daarbij toen gebruik van een enkelvoudig mikroskoop volgens de constructie van Wollaston (z. bl. 77), doch waarvan de buis merkelijk wijder is, bedragende de doormeter 4 centim. Daarin is eene verlichtingslens bevat, welke hooger en lager kan worden gesteld, en het licht, dat zij ontvangt van eenen vlakken spiegel, op het voorwerp concentreert. Als objectieven werden toen, behalve lenzen, voor sterkere vergrootingen ook glasbolletjes gebruikt. De onderste helft der mikroskoopbuis wordt vastgeschroefd op het einde van een der klaauwen van eenen drievoet, op welks midden een vierkante stam rust, die door eene zich onderaan bevindende scharnier tot op eenen zekeren graad van helling kan worden achterover gebogen. Op dien stam kan een dwarsarm in eene horizontale rigting rond worden gedraaid door middel eener pen, welke in eene opening aan den top van den stam past, en daarin door eene klemschroef kan worden vastgezet. Aan het einde

(1) *Bulletin des sc. phys. et natur. en Neerlande*, 1839. p. 353, waar ook de afbeelding te vinden is.

van den arm is een ring, waarin het cylindrische beneden-gedeelte sluit van eene overigens kegelvormig zich bovenwaarts verwijdende van binnen en van buiten dof zwart geschilderde blikken bus, van boven voorzien van eenen rand, waarin eene matgeslepen glazen plaat past. Ter afsluiting van het licht is in het cylindrische gedeelte dezer bus een ring geplaatst, die als diaphragma dient.

Bij het gebruik van dezen toestel, wordt de stam naar achteren gebogen, en de arm met de daarin geplaatste bus iets ter zijde gedraaid, zoodat deze het hoofd niet in den weg is. Op die wijze komt het enkelvoudig mikroskoop geheel vrij, en kan men daarmede op de gewone wijze waarnemen. Heeft men dan eenig voorwerp in het gezigtsveld gebragt, waarvan men het beeld op de matte glazen plaat wenscht op te vangen, dan stelt men den spiegel zoo, dat deze het zonlicht door de verlichtingslens op het voorwerp werpt; vervolgens brengt men den stam in de vertikale stelling, en draait den arm naar zich toe, totdat de onderste opening der bus boven de vergrootende lens komt. Hangt men zich dan een scherm van eene digte zwarte stof om het hoofd, om het licht af te sluiten, dan ziet men het beeld op de glasplaat, en kan dit meten of teekenen, terwijl men, al naar gelang de verlichting door de beweging der zon verandert, deze regelen kan door van tijd tot tijd den spiegel iets te verplaatsen.

Inderdaad is deze toestel zeer bruikbaar, vooral door de snelheid, waarmede zij de verandering veroorlooft van het enkelvoudig mikroskoop in een zonmikroskoop, terwijl het beeld nog bij eene 700malige vergrooting lichtsterkte genoeg heeft, ofschoon de doormeter van den spiegel en van de lens niet meer dan 3,5 centimeter bedraagt.

Voor het bepaalde doel om het voorwerp te meten, is deze inrigting dan ook zeer geschikt, minder echter om het te teekenen, daar hiertoe eene grootere onbeweeglijkheid der glasplaat wordt gevorderd, dan op de beschrevene wijze bereikbaar is. Het is daarom, dat ik later het uit twee helften bestaande tafeltje heb doen vervaardigen, waarvan de beschrijving reeds in het II^de^ Deel, bl. 545 is gegeven, en waarin de bus onbeweeglijk is vastgeklemd, terwijl het geheel stevig genoeg is, om aan de hand een behoorlijk rustpunt aan te bieden.

Tegenwoordig gebruik ik ook bij voorkeur een zamengesteld mikroskoop met achromatische lenzen, en voorzien van eenen vlakken spiegel en verlichtingslens, in plaats van het vroegere enkelvoudige werktuig. Niet alle zamengestelde mikroskopen zijn echter hiervoor bruikbaar, omdat vele te hoog zijn, zoodat óf de kegelvormige daarboven te plaatsen bus zeer kort zoude moeten wezen, waardoor het gezigtsveld klein en de vergrooting gering wordt, óf, indien de bus langer ware, de glasplaat te hoog zoude komen, om het beeld nog behoorlijk te kunnen zien en teekenen. Met het beste gevolg bedien ik mij van het op Pl. IV. fig. 1 afgebeelde Amicische mikroskoop, nadat de buis tot op de helft verkort is. Ook de Oberhäusersche mikroskopen, vooral die, waarbij de buis door inschuiving verkort kan worden, zijn bij dezen toestel bruikbaar. Deze inschuiving namelijk veroorlooft niet alleen de buis tot op eene gepaste lengte te brengen, maar zij levert ook nog het voordeel op, van, nadat het mikroskoop onder de opening der bus geplaatst is, de binnenste buis iets bovenwaarts te trekken, zoodat het oculair binnen in het cylindrische gedeelte komt, waardoor dan al het van onderen invallend licht van zelf geheel wordt buitengesloten.

Ziehier eenige uitkomsten, welke bewijzen, dat de met dezen toestel op de matgeslepen glasplaat verkregen beelden eene groote mate van scherpte bezitten. De gebezigde stelsels en oculairen zijn die, welke bij het Amicische mikroskoop behooren, waarover reeds op bl. 210 uitvoerig gehandeld is.

Stelsel.	Brandpunts-afstand.	Oculair.	Vergrooting.	Nobert's proefplaatje.
N°. 4.	8,7 millim.	N°. 2.	150.	5de groep opgelost.
» 6.	4,0 »	» »	320.	5de » »
» 11.	2,7 »	» »	500.	7de » »

Ten slotte moet ik hier nog vermelden, dat J. B. van den Broek te Arnhem in 1844 mede eene afbeelding en beschrijving heeft gegeven (1) van eenen toestel, welke bepaaldelijk ten doel heeft eene donkere kamer te verbinden met het zonmikroskoop voor ondoorschijnende voorwerpen van Martin.

442. Ook is het hier de plaats, om met een enkel woord gewag te maken van de pogingen, die men heeft aangewend, om, met behulp van het zonmikroskoop, photographische afbeeldingen te vervaardigen, vooral door middel der daguerrotijpie. Reeds kort nadat deze laatste bekend was geworden, werd door Berres te Weenen hare toepassing op het zonmikroskoop beproefd. Inzonderheid waren het echter Donnè en Léon Foucault te Parijs, die zich daarvoor veel moeite gaven, en in 1844 gaf de eerste eenen *Atlas d'anatomie microscopique* uit, waarin de platen gegraveerd waren naar door de daguerrotijpie verkregen afbeeldingen. Deze platen getuigen echter niet bijzonder voor

(1) *Natuurkunde, Tijdschrift* 1844. I. bl. 1.

de deugdzaamheid der methode, en dat zij werkelijk ook voor het groote meerendeel der gevallen, waarin men afbeeldingen van mikroskopische voorwerpen verlangt, nimmer de teekening met de hand vervangen kan, heb ik vroeger (Dl. II. bl. 557) reeds aangewezen.

In den laatsten tijd schijnen zich dan ook weinigen daarop te hebben toegelegd. Carpenter zoude echter in de zitting der *Brittish Association* van 25 Junij 1847 zeer fraaije photographische afbeeldingen van mikroskopische voorvoorwerpen vertoond hebben. Mogt het gelukken andere photographische middelen, waardoor de afbeelding niet op metaal maar op papier wordt bevestigd, tot eenen even hoogen graad van volkomenheid te brengen als de daguerrotijpie, dan zoude de toepassing op het mikroskoop daarbij zeer winnen.

Overigens spreekt het van zelf, dat, even als het gewone zonmikroskoop, zoo ook de andere toestellen, waarmede het beeld in eene donkere kamer wordt opgevangen, hiertoe bruikbaar zijn. Vooral geldt zulks van het boven beschreven draagbaar zonmikroskoop, waarvan eenige proefnemingen, die echter over het algemeen slechts gebrekkig gelukt zijn, mij genoegzaam overtuigd hebben. Alleenlijk ware het raadzaam den geheelen toestel voor zulk een doel op eene plank te stellen, die door een uurwerk rondgedraaid wordt, opdat de verlichting meer standvastig zij, daar, door de beweging der zon, zich de trekken van het beeld eenigzins verplaatsen, en — tenzij de geheele bewerking binnen weinige seconden afgeloopen is, — de omtrekken der figuren hierdoor alle scherpte missen.

443. Dat vroeger, behalve het licht der zon, ook kunstlicht

is aangewend tot verlichting der voorwerpen in het beeldmikroskoop is reeds vermeld geworden (bl. 321). Intusschen kende men in vroegeren tijd geenerlei kunstlicht, dat eenige vergelijking toeliet met het zonlicht, zoodat zulke lampmikroskopen, uit den aard der zaak', slechts bij zeer geringe vergrootingen bruikbaar waren, en steeds op zeer grooten afstand bleven van het zonmikroskoop. Eerst in onzen leeftijd heeft men tweederlei lichtbronnen gevonden, welke, schoon nog altijd geenszins de zon in lichtsterkte evenarende (1), toch daartoe veel meer naderen, en daarboven het groote voordeel vooruit hebben van, even als ieder ander kunstlicht, ten allen tijde den gebruiker ten dienste te staan.

Deze beide lichtbronnen zijn: de hydro-oxygeengasvlam op kalk en de elektrische stroom tusschen twee koolspitsen, die de polen eener batterij vormen.

Het was in 1824, dat Birkbeck (2), eene voorlezing houdende over optische werktuigen, aan de *London Mechanics Institution*, het eerst gebruik maakte van de eerste dezer beide verlichtingswijzen in eene tooverlantaarn, en bij die gelegenheid deed opmerken, dat zij ook op het mikroskoop kan worden toegepast. Omstreeks denzelfden tijd bezigde mede Woodward hetzelfde licht bij het doen van phantasmagorische proeven. Iets later wendde de luitenant Drummond het aan, tot het geven van signalen en op vuurtorens (3), en, hierdoor meer algemeen bekend geworden, verkreeg het den naam van Drummond's licht.

Het duurde echter nog tot in het jaar 1852 eer het werd gebruikt tot verlichting der voorwerpen in een beeldmikros-

(1) Vergelijk het hieromtrent medegedeelde in het eerste Deel bl. 168.
(2) Prichard's *Micrographia*, p. 170.
(3) *Philos. transact.* 1826. p. 321, en 1830. p. 383.

koop. J. T. Cooper namelijk, die bij de zoo even genoemde proefnemingen van Birkbeck was tegenwoordig geweest, bragt in dat jaar, te zamen met den instrumentmaker John Carry, het eerste gas-hydro-oxygeenmikroskoop tot stand, en op den 18den Februarij 1833 werd daarvan het eerst gebruik gemaakt voor eene openlijke voorstelling (1). Ofschoon nu zulk een toestel verre is van zelfs gelijk te staan met een gewoon zonmikroskoop, zoo heeft echter zelden een nieuw uitgevonden werktuig eenen grooteren indruk gemaakt dan dit, getuige de overdrevene berigten van deszelfs vermogen, welke in de dagbladen en zelfs in wetenschappelijke tijdschriften daarvan gegeven werden. Weldra maakte zich de speculatiegeest van deze uitvinding meester, en rondreizende lieden vertoonden aan het nieuwsgierig publiek de in het water levende larven van sommige nog tamelijke groote insekten, — zoo als van het haft, van muggen, enzv. — die nog zeer gemakkelijk met het bloote oog kunnen gezien worden, onder den naam van infusiediertjes, terwijl zij de vergrootingen niet naar den doormeter, maar naar de oppervlakte, en zelfs naar den ligchamelijken inhoud uitmaten.

Er waren echter ook onder degenen, die zich niet door zulke kwakzalver-kunstenarijen lieten om den tuin leiden, velen, die het nut inzagen, hetwelk men van dezen toestel kon trekken voor openlijke demonstratiën, en, hoewel het van achteren gebleken is, dat dit nut door sommigen te hoog is geschat, daar het niet wel mogelijk is daarmede alleen de fijnere structuur der organen van planten en dieren aanschouwelijk te maken, zoo zijn echter de pogingen van hen

(1) *Microsc. Journ.* I. p. 2.

geregtvaardigd, die getracht hebben het hydro-oxygeenmikroskoop beter tot dit doel dienstbaar te maken.

Deze verbeteringen golden intusschen niet zoo zeer den optischen toestel ter vergrooting, — want deze is hier volkomen dezelfde als bij het zonmikroskoop, — maar bepaalden zich vooral tot de inrigting der vergaarbakken voor de beide gazen, de meest veilige wijze hunner vermenging vóór de uitstrooming, het mededeelen eener regelmatige ronddraaijende beweging aan de kalk- of krijtrolletjes door middel van een uurwerk, en de middelen om het licht der vlam te concentreren.

Eene uitvoerige uiteenzetting dier verschillende handelwijzen, met eene daaraan beantwoordende beschrijving en kritische beschouwing der onderscheiden toestellen, welke hiertoe zijn uitgedacht, zoude ons echter te ver afleiden, en daarenboven zonder vele afbeeldingen onverstaanbaar zijn. Ik bepaal mij daarom alleen tot de volgende korte mededeelingen.

In het begin van 1834 vervaardigde reeds Becker te Groningen, onder de leiding van Stratingh, een hydro-oxygeenmikroskosp (1), waarbij dat gedeelte van den toestel, hetwelk tot aanvoering van het gas dient, hoofdzakelijk daarin verschilt van de oorspronkelijke engelsche inrigting, dat alleen het zuurstofgas in eenen daarvoor bestemden gazometer vooraf wordt verzameld, terwijl daarentegen het waterstofgas gestadig nieuw gevormd wordt naar mate het wordt verbruikt, op de wijze eener Döbereinersche lamp.

In hetzelfde jaar was het hydro-oxygeenmikroskoop in Frankrijk bekend geworden door eenen daarmede rondreizenden engelschman Warwich genaamd, en Ch. Chevalier (2),

(1) *Konst- en Letterbode*, 1834. I. bl. 148.
(2) L. c. p. 45.

ondersteund door den raad van Galy Cazalat, vervaardigde aldaar weldra een dergelijk werktuig, waarbij hij zich beijverd had om er eene grootere veiligheid bij het gebruik aan te geven.

In Duitschland was Pfaff(1) een der eersten, die aan de nieuwe uitvinding zijne aandacht schonk, en ook eene nieuwe inrigting der gazometers voorstelde.

Dat Engeland zelf niet achterlijk bleef, laat zich verwachten. De oorspronkelijke inrigting onderging aldaar verscheidene verbeteringen; in de eerste plaats door Pritchard (2), die tweederlei soort van daarvoor bestemde gazometers vervaardigde, waarvan echter de eene eene navolging was van den reeds vroeger door Barlow (3) aanbevolen gazometer. Bovendien bezigde Pritchard voor de concentratie van het licht op het voorwerp, in plaats eener enkele lens van sterke kromming, eene doublet bestaande uit eene biconvexe en eene plano-convexe lens, of eenen hollen metalen spiegel achter de lichtbron geplaatst. Het meest vermogende werktuig van dien aard werd in 1842 voor de *Polytechnic Institution* te Londen door Carry vervaardigd (4). Het zoude, bij eene uitgebreidheid van het veld van 24 voeten, de oppervlakte der voorwerpen 74,000,000 maal vergrooten, dat is den doormeter ongeveer 8500 maal. Indien werkelijk bij deze vergrooting nog eene tamelijke helderheid en scherpte der beelden bestaat, dan moet Carry middelen hebben aangewend, om de verlichting meer te versterken dan door

(1) Poggendorff's *Ann.* XI. s. 547.

(2) *Micrographia*, p. 192 et seq.

(3) *Philos. Magaz.* VIII. p. 240.

(4) Dingler's *Polyt. Journ.* LXVII. s. 237, overgenomen uit het *Mechanics Magazine* 1842. No. 1010.

die, welke tot daartoe gebruikelijk waren, geschieden kan. Althans de hydro-oxygeenmikroskopen, welke ik in de gelegenheid ben geweest te beproeven, veroorlooven geene sterkere vergrooting dan van hoogstens 1500 maal, en daarbij hebben de beelden ter naauwernood zooveel lichtsterkte als bij eene 10,000 malige vergrooting met het zonmikroskoop. Zeker is het, dat men bij eene 200 malige vergrooting door een goed aplanatisch zamengesteld mikroskoop alles zien kan wat door het beste hydro-oxygeenmikroskoop wordt waarneembaar gemaakt.

De prijs van een hydro-oxygeenmikroskoop met al den daarbij behoorenden toestel van gazometers, enzv., bedraagt bij Chevalier. . . . 1500—2000 francs = *f* 714—*f* 952.

Zonder den gastoestel, die daarbij alleen op bijzondere aanvrage geleverd wordt, kost het bij Plössl, al naar gelang der grootte (3″—$5\frac{1}{2}$″) van de verlichtingslens, het getal (3—6) der achromatische objectieflenzen, enzv. . . . 100—200 Conv. Gl. = *f* 124—*f* 248.

Bij Pistor en Martins met volledigen toestel, koperen gazometers, enzv. . . . . 180—500 Thl. = *f* 519—*f* 551.

444. Eene vereenvoudiging van het gasmikroskoop is voor een paar jaren met goed gevolg beproefd door Children en Collins (1) te Londen. Zij hebben namelijk het waterstofgas vervangen door eene oplossing van camphine (terpenthijnolie) in alkohol. Het kalkrolletje wordt in de vlam daarvan geplaatst, en een stroom van zuurstofgas daarop gevoerd.

(1) De laatste is instrumentmaker van de Polytechnic Institution; zijn adres is: *Francis-Street*, N°. 26, *Tottenham Count Road.*

Hun toestel bestaat uit twee buizen, die digt bij elkander zijn geplaatst, elk eene pit bevattende van plat katoen, dat tot een rolletje gevormd is, en uit een kalkcylindertje van ongeveer $\frac{5}{8}$ duim lengte en $\frac{1}{8}$ duim dikte, bevat in een koperen busje. De pijp, welke het zuurstofgas aanvoert uit eenen gazometer, loopt uit in een dun buisje, dat bovenwaarts gebogen is, en tusschen de twee pitten uitkomt, welke een weinig van elkander afstaan om het op te nemen; deszelfs opening is op iets minder dan $\frac{1}{8}$ duim afstands van de ronde oppervlakte van het kalkcylindertje, en ongeveer $\frac{1}{4}$ duim boven den benedenrand van het koperen busje.

Bij proeven met Wheatstone's photometer bevonden zij, dat het dus verkregen licht gelijk is aan dat van 108 waskaarsen; eenmaal zelfs vonden zij het gelijk aan dat van 121 waskaarsen. Hydro-oxygeenlicht op kalk werd door hen gelijk gevonden aan dat van 120 derzelfde kaarsen.

Mogt het zich bevestigen, dat dit licht in sterkte nagenoeg gelijk staat met het hydro-oxygeenlicht, dan zoude de daardoor aangebragte vereenvoudiging in den geheelen toestel inderdaad niet onbelangrijk zijn. Ook zoude dan wellig het vooruitzigt bestaan van het licht nog meer te versterken, daar, alle gevaar voor ontploffing hier verdwenen zijnde, men de vlam en de opening voor de uitstrooming van het gas gerustelijk nog iets vergrooten kan, voor zoover dit laatste namelijk door afkoeling geenen schadelijken invloed uitoefent.

445. De laatste verlichtingswijze der voorwerpen in het beeldmikroskoop, welke wij hier te vermelden hebben, is die door het elektrisch licht tusschen twee stukken kool, als pooleinden gebruikt eener galvanische batterij.

Reeds sedert vele jaren kende men, door de proeven van Davy, dit verblindende licht, dat in intensiteit onder alle soorten van kunstlicht het meest tot het zonlicht nadert (1). Bij de vroegere inrigting der galvanische batterijen verminderde deszelfs sterkte echter zoo spoedig, dat er niet aan te denken viel het voor proeven aan te wenden, welke gedurende eenigen tijd moeten worden voortgezet. Eerst na de uitvinding der verschillende soorten van constante batterijen, door Daniel, Grove, Bunsen enzv., werd hierop het uitzigt geopend, en het waren Donné en Léon Foucauld, die het eerst besloten te beproeven, om deze lichtbron in het beeldmikroskoop te gebruiken. Zij wendden zich voor de uitvoering van hun plan tot Ch. Chevalier, aan wien de mikroskopische werktuigen reeds zoo menige verbetering te danken hebben, en deze bragt het werktuig tot stand, hetwelk, onder den naam van *photo-elektrisch mikroskoop*, in eene zitting der *Societé d'Encouragement* den 12 Maart 1845 het eerst vertoond en gebruikt werd (2).

Wat de hoofdzaken betreft, is deze toestel op de volgende wijze ingerigt. In het midden eener vierkante kast bevinden zich de beide als pooleinden dienende stukken kool; deze hebben eenen prismatischen vorm, zijn 3 millim. breed en 10—12 centim. lang, en zijn vervaardigd van gascoke. Zij zijn gevat in daarvoor bestemde bussen, die met de geleidingsdraden der batterij in verband staan, en kunnen door een rondselwerk waarvan de knoppen buiten de kast uitsteken,

(1) Zie de uitkomsten der proeven van Fizeau daaromtrent, medegedeeld in het I^ste^ Deel bl. 168.

(2) De beschrijving vergezeld van uitvoerige afbeeldingen is te vinden in het *Bulletin de la Soc. d'Encour.* Sept. en Dec. 1845, en daaruit overgenomen in Dingler's *Polyt. Journ.* 1846. C. s. 101.

nader tot elkander worden gebragt, naar gelang zij door de verbranding korter en dus van elkander verwijderd zouden worden. Achter deze koolstukken staat een holle spiegel van 8 centim. brandpuntsafstand en 10 centim. doormeter. Ten einde de warmte te verminderen van het daardoor gevormde lichtbeeld, waarin de voorwerpen moeten geplaatst worden, is aan de voorzijde der kast van binnen een bak aangebragt met paralelle glaswanden, welke gevuld wordt met eene verzadigde aluinoplossing. Aan de kast bevindt zich eene opening, gesloten door een zeer donker bijna zwart gekleurd glas, waardoor men in staat is het licht gade te slaan, en dit zooveel mogelijk te regelen. De boven- en onderwand der kast worden gevormd door een aantal schuins staande platen, welke vrije tusschenruimten openlaten voor de doorstrooming der lucht, terwijl daardoor het licht geheel wordt afgesloten.

Donné en Léon Foucauld bedienden zich van eene Bunsensche batterij van 60 paren. Zij bevonden, dat het hierbij noodig is nog eene inrigting te voegen, die de sterkte van den stroom regelt, en bezigden daartoe twee driehoekige strooken platinablik, welke ieder voor zich met een der geleidraden van een der poolen van de batterij in verband zijn gebragt, en met hunne spitsen dompelen in een bakje met zuur gemaakt water. Door eenen drager, waaraan beide bevestigd zijn, en welke door een rondselwerk hooger en lager kan gesteld worden, worden zij dan meer of minder diep in het vocht gedompeld.

Gelijk uit deze beschrijving blijkt, wordt in dezen toestel de afstand tusschen de beide koolstukken door de hand geregeld. Daar nu het geringste verschil in dien afstand dadelijk eenen grooten invloed heeft op de intensiteit van het

licht, zoo is het hoogst moeijelijk dit zoo te regelen, dat het steeds nagenoeg van gelijke sterkte blijft. Het was daarom belangrijk deze regeling niet door de hand, maar door werktuiglijke middelen te doen plaats hebben. In Engeland, waar men het elektrisch licht voor verlichting in het algemeen wenschte dienstbaar te maken, gelukte het aan Edward Staite (1) eenen daartoe geschikten toestel tot stand te brengen, zoo ook aan William Petrie (2), beiden te Londen. Doch ook Léon Foucauld had, bij zijne vroegere proefnemingen met Donné, genoegzaam het gebrekkige hunner toenmalige inrigting ingezien en reeds getracht deze te verbeteren. Den 15 Januarij 1849 gaf hij aan de Fransche academie een berigt van eenen toestel, waarin de einden der koolstukken steeds op gelijken afstand worden gehouden door eene vernuftige vereeniging van veeren, raderwerk en eenen elektromagneet (3). In de daarop volgende zitting bragten Regnault en Dumas een verslag hierover uit, waarin zij zeggen: » Deze toestel heeft onder onze oogen met een volkomen gelukkig gevolg gewerkt. Het licht heeft zich voortdurend en gelijk vertoond, zooveel men het wenschen kan voor proefnemingen, waarin het elektrisch licht het zonlicht kan vervangen." Men mag derhalve aannemen, dat het vraagstuk is opgelost, en hiermede een hoofdgebrek, dat het meer algemeen gebruik van hēt photo-elektrisch mikroskoop in den weg stond, als opgeheven kan beschouwd worden.

---

(1) *London Illustr. News* van 18 Nov. 1848.
(2) *Comptes rendus* XXVIII. p. 157.
(3) *Comptes rendus* XXVIII. p. 68.

TOESTELLEN EN HULPMIDDELEN BIJ HET MIKROSKOPISCH ONDERZOEK.

446. Bij het onderzoek met het mikroskoop worden velerlei kleine toestellen en werktuigen gebruikt, die geen volstrekt noodzakelijk bestanddeel daarvan uitmaken, en grootendeels alleen ten doel hebben de waarnemingen zelve zekerder en gemakkelijker te maken. Het getal dier hulpwerktuigen is zelfs zeer aanzienlijk geworden, en, hoewel niet alle even bruikbaar zijn, en sommige zelfs zeer goed door andere minder kostbare inrigtingen kunnen vervangen worden, zoo willen wij er echter in dit laatste hoofdstuk een zoo volledig mogelijk overzigt van geven.

Het spreekt wel van zelf dat de oudste mikroskopen in dit opzigt zeer arm waren. In den brief van Borcel (z. bl. 26) lezen wij, dat de ebbenhouten schijf, waarop het mikroskoop van Hans en Zacharias Janssen rustte, eenige *quisquilias* bevatte; het is echter niet duidelijk, of daarmede enkel kleine voorwerpen, dan ook kleine werktuigen om bij het onderzoek te bezigen, bedoeld zijn. In elk geval was hun aantal zeer gering, want bij alle overige gedurende den loop der 16de eeuw vervaardigde mikroskopen treft men slechts zeer weinig van dien aard aan.

447. Men kan deze hulpwerktuigen verdeelen in de volgende klassen:

1° *Toestellen tot verlichting der voorwerpen.*

a. Met doorvallend licht.

b. Met opvallend licht.

c. Met gepolariseerd licht.

2° *Toestellen en hulpmiddelen tot het opnemen en vasthouden der voorwerpen.*

3° *Inrigtingen voor de werktuiglijke beweging der voorwerpen op de voorwerptafel.*

a. Voor de reytlijnige diagonale beweging.

b. Voor de ronddraaijende beweging.

4°. *Werktuigen tot het meten en teekenen der voorwerpen.*

a. Mikrometers.

b. Focimeters.

c. Goniometers.

d. Katoptrische en dioptrische hulpmiddelen tot projectie der beelden.

5° *Toestellen ter bescherming der lenzen en bij mikrophysische en mikrochemische onderzoekingen.*

6° *Werktuigen tot vervaardiging van mikroskopische praeparaten.*

Wij willen achtereenvolgens de tot deze verschillende klassen behoorende hulpwerktuigen beschouwen.

VERLICHTINGSTOESTELLEN.

448. In de vorige hoofdstukken is reeds meermalen melding gemaakt van de onderscheidene verlichtingswijzen der voorwerpen, die opvolgend in gebruik zijn gekomen. Het onderwerp is echter te belangrijk dan dat wij er niet afzonderlijk bij zouden stilstaan, en, terwijl wij het vroeger ter loops vermelde hier te zamen stellen, en in onderling verband brengen, zullen wij er datgene bijvoegen, waarvan tot hiertoe geen gewag heeft kunnen gemaakt worden. Het spreekt echter van zelf, dat wij ons hier alleen bepalen zullen bij de verlichting der voorwerpen in het enkelvoudig en het zamengesteld mikroskoop, daar die der voorwerpen in de verschillende soorten van beeldmikroskopen reeds in het het vorige hoofdstuk behandeld is.

449. Het is vroeger gebleken, dat, van den beginne af aan, de twee voornaamste verlichtingswijzen, die met doorvallend en die met opvallend licht, in gebruik zijn geweest, de eerste echter aanvankelijk alleen bij het enkelvoudig mikroskoop, terwijl de vroegste zamengestelde mikroskopen tot tegen het einde der 17de eeuw alleen geschikt waren, om de voorwerpen bij opvallend licht te beschouwen.

De eerste verbetering in de verlichting van doorschijnende

voorwerpen, door het enkelvoudig-mikroskoop beschouwd, geschiedde door onze landgenooten Hudde en Hartzoeker (verg. bl. 47 en 52), door achter het voorwerp eene biconvexe lens (z. Pl. I. fig. 4*e*) te plaatsen, welke de laatste tevens zoo inrigtte, dat zij met behulp eener schroef (*f*) naar willekeur digter bij of verder van het voorwerp kon worden gebragt. Bonannus (z. bl. 135) heeft dit voorbeeld ook bij het zamengesteld mikroskoop (z. Pl. IV. fig. 2) nagevolgd, en later is deze verlichtingslens voortdurend in gebruik gebleven; alleen heeft men in onzen tijd, — gelijk aanstonds nader zal worden uiteengezet, — de biconvexe lens vervangen door andere van beteren vorm, alsmede door vereenigingen van twee of meerdere lenzen, waardoor eene meer of minder volkomen achromatische verlichting wordt verkregen.

Ook is men reeds vroeg bedacht geweest op het afsluiten van het overtollige licht door middel van diaphragmata. Het eerste voorbeeld van dien aard treffen wij aan in een der enkelvoudige mikroskopen van Johannes Musschenbroek (verg. bl. 49), die achter het voorwerp (z. Pl. I. fig. 11 *B*) een plaatje *f* bragt, dat om eene spil ronddraaide en voorzien was van eenige openingen van verschillenden doormeter. Eerst veel later werd hetzelfde beginsel op het zamengesteld mikroskoop toegepast door Lebaillif, die het eerst onder de voorwerptafel eene draaijende schijf plaatste (Pl. VI. fig. 6), zoo als deze nog tegenwoordig bij vele mikroskopen in gebruik is, en welke diende ter vervanging van den reeds vroeger door Culpeper en Scarlet daarvoor gebruikten hollen kegel (z. Pl. IV. fig. 7*A*), welke in veel geringere mate aan het beoogde doel voldeed.

De spiegel, welke tegenwoordig het eerste en voornaamste bestanddeel van iederen verlichtingstoestel uitmaakt, is echter

het laatst in gebruik gekomen. Tortona (z. bl. 155) had in 1685 geleerd hoe het zamengesteld mikroskoop (Pl. IV. fig. 1) kan worden ingerigt, om naar het licht te worden gekeerd, zoodat men er, even als met het enkelvoudig mikroskoop, de voorwerpen bij doorvallend licht door konde beschouwen, maar eerst dertig jaren later kwam Hertel (z. bl. 159) op het denkbeeld, om er eenen spiegel onder te plaatsten (Pl. IV. fig. 6*p*), en het duurde nog ruim twintig jaren, alvorens deszelfs gebruik algemeen werd.

450. Gaan wij thans over tot beschouwing der verlichtingstoestellen onzer hedendaagsche mikroskopen, waarbij ik den lezer voor de theoretische grondbeginselen, waarop de verlichting van mikroskopische voorwerpen behoort te berusten, verwijs naar het opzettelijk hieraan gewijde hoofdstuk in het I^ste^ Deel.

Het meerendeel onzer tegenwoordige mikroskopen is voorzien van eenen hollen en vlakken spiegel, zoo b. v. die van Oberhäuser, Plössl, Schiek, Powell, Ross, Smith. Bij de oudere mikroskopen van Amici trof men slechts eenen hollen spiegel aan, bij de nieuwere alleen eenen vlakken, desgelijks bij het mikroskoop door Pritchard voor Goring gemaakt. Dit is als een gebrek te beschouwen, omdat men, wel is waar, door de verlichtingslens gelegenheid heeft om het licht genoegzaam te concentreren, maar de betrekkelijke rigting der stralen, die het voorwerp treffen, dan altijd dezelfde blijft, terwijl men daarin door verbinding met eenen hollen spiegel de noodige wijzigingen kan aanbrengen. (Verg. I^ste^ Dl. bl. 284).

In sommige gevallen, zoo als vooral tot het waarnemen van kleuren, is het goed geene spiegelende terugkaatsings-

vlakte te bezigen, maar eene zoodanige, waarvan diffuus wit licht uitstraalt. Daartoe bedekte Goring de achterzijde des spiegels met gips; beter is de handelwijze van Chevalier, die bij zijne mikroskopen losse witte schijven van de grootte des spiegels voegt, welke daarop des verkiezende kunnen gelegd worden. Varley beval tot hetzelfde oogmerk de bepoedering met koolstofzure soda aan.

Door sommigen is, in plaats des glazen spiegels, welke uit den aard der zaak, altijd twee beelden terugkaatst, het gebruik van een glazen prisma aanbevolen. Dit geschiedde het eerst in 1838 door Dujardin (1) (zie zijnen verlichtingstoestel in Pl. VI. fig. 8*d*). Later heeft ook Merz zijn mikroskoop daarvan voorzien. Hun voorbeeld heeft echter geene navolging gevonden, en zal zulks waarschijnlijk ook in het vervolg niet, daar het terugkaatsende prisma merkelijk kostbaarder dan de spiegel is, en de tweede terugkaatsing des laatsten hier volstrekt niet de scherpte van het beeld benadeelt, dat men op eenen verlichten achtergrond ziet.

Van veel meer gewigt is de wijze, waarop de spiegel beweegbaar is gemaakt. Dat hij in eenen beugel moet zijn opgehangen, die zelf om eene spil draaibaar is, en waardoor hij onder verschillende hellingshoeken kan geplaatst worden, spreekt van zelf, en wij vinden den spiegel aldus reeds van den aanvang af, dat hij in gebruik is gekomen. Maar men miste toen nog eene derde beweging, t. w. die om den spiegel buiten de optische as van het mikroskoop te brengen, ten einde de voorwerpen door schuins invallend licht te doen treffen, iets dat werkelijk voor de waarneem-

(1) *l'Institut* 1838 N°. 247. — *Manuel de l'observateur au microscope* p. 21.

baarheid van sommige moeijelijk zigtbare bijzonderheden in zeer doorschijnende voorwerpen van veel belang moet geacht worden (1).

Het eerst treft men deze beweging aan bij de in 1739 vervaardigde mikroskopen van Martin. Hier schuift de spiegel (z. Pl. IV. fig. 11 *m*) langs de ronde stang *n*, en kan ter zijde worden gedraaid. Op nagenoeg gelijke wijze geschiedt zulks nog bij de Powellsche mikroskopen (Pl. VIII. fig. 4). Ook bij de mikroskopen van Dellebarre (z. Pl. V. fig. 2) heeft de spiegel *r* zulk eene zijdelingsche beweging, die hier echter door eene scharnier *s* plaats grijpt. Beter dan deze beide handelwijzen is het ophangen van den spiegel aan eene kruk, gelijk deze reeds wordt aangetroffen bij de op het laatst der vorige eeuw door Herman en Jan van Deyl vervaardigde mikroskopen, welke op bl. 160 beschreven zijn. Later is deze bevestigingswijze des spiegels weder in onbruik gekomen, doch zij komt wederom voor bij een klein in 1855 door Amici vervaardigd en alhier voorhanden zamengesteld mikroskoop, en desgelijks bij zijne nieuwere werktuigen (z. Pl. VI. fig. 1 *o*). Bij de oudere mikroskopen van Oberhäuser treft men deze inrigting niet aan, maar wel bij die, welke hij in den laatsten tijd heeft vervaardigd (z. Pl. VI. fig. 5), terwijl eindelijk bij de mikroskopen van Smith en Beck (z. Pl. VIII. fig. 5) de spiegel niet alleen door eene kruk, maar ook nog door draai-

(1) Men heeft in den laatsten tijd de verlichtingswijze met schuins invallend licht als eene nieuwe uitvinding voorgedragen (zie de mededeeling van Oberhäuser in de *Comptes rendus* van 14 Junij 1847), doch uit den tekst blijkt genoeg, dat de middelen daartoe zelfs reeds bij sommige in de vorige eeuw vervaardigde mikroskopen bestonden, en, dat men het nut dier verlichtingswijze toen en later reeds zeer goed kende, kunnen wij lezen in het meermalen aangehaalde werk van Adams, p. 136.

jing buiten de as van het werktuig kan gebragt worden. Het eerste is echter op zich zelve geheel voldoende.

Eindelijk heeft Nachet (1) nog op eene andere wijze hetzelfde doel getracht te bereiken, bepaaldelijk het oog hebbende op zulke mikroskopen, waar de spiegel in eenen trommelvormigen voet besloten is, en daarom geene ruimte heeft voor eene zijdelingsche beweging. Hij plaatst namelijk onmiddelijk onder de voorwerptafel een in eene korte buis *abcd* (z. de afbeelding in doorsnede op Pl. VI. fig. 9) besloten glazen prisma *e*, in zulk eenen vorm geslepen, dat de lichtstralen, evenwijdig met de as, op de onderste oppervlakte vallen, vervolgens tweemaal eene totale reflectie ondergaan, en nu, al naar gelang van de hoeken van het prisma, het voorwerp in *o* onder eenen meer of minder scherpen hoek treffen. Dat, hetwelk Nachet aan de Fransche akademie aanbood, gaf aan de stralen eene schuinsche rigting van 30° in verhouding tot de as. Hij deed tevens opmerken, dat zulk een prisma ook met bolle oppervlakten kan geslepen worden, zoodat het tegelijker tijd als verlichtingslens kan dienen. Datgeen, hetwelk in de figuur is afgebeeld, en behoort bij een in 1849 door hem vervaardigd mikroskoop, is dan ook van boven en van onderen van convexe oppervlakten voorzien. Het korte buisvormige hulsel wordt geplaatst in dezelfde opening van den hefboomtoestel (verg. bl. 202), welke voor het opnemen der buisvormige diaphragmata dient.

Zonder hier iets te willen afdingen op het vernuftige van dit hulpmiddel, zoo is het echter duidelijk, dat het in bruikbaarheid moet wijken voor den aan eene kruk bevestigden spiegel, welke veel minder kostbaar is, en veroorlooft

(1) *Comptes rendus* 1847. XXIV. p. 967.

het licht onder allerlei hoeken op het voorwerp te doen vallen. Nachet zegt, wel is waar, dat het hem zoude gebleken zijn, dat de uitwerkselen dezelfde zijn voor hoeken van 20° tot 40°, doch geheel juist kan dit toch niet wezen, en bovendien is een hoek van 40° geenszins de uiterste grens, waarbij men met voordeel van schuins invallend licht gebruik maakt. Bij sommige voorwerpen is het mij gebleken, dat men nog bij eenen hellingshoek van 60° iets wint. Het eenige geval, waar dit prisma werkelijk aanbeveling verdient, is derhalve dat, waarvoor Nachet zelf het bestemd heeft; doch het is te verwachten, dat men weldra den trommelvormigen voet geheel vaarwel zal zeggen, en voortaan alleen zulke gestellen vervaardigen, welke aan den spiegel eene vrije beweging veroorlooven.

Eene beweging des spiegels in de rigting der as, zoodat hij hooger en lager kan worden gesteld, kan als geen volstrekt vereischte worden beschouwd. Zij komt niet voor bij de mikroskopen van Ross, Plössl, Schiek, Amici, Brunner en de oudere van Oberhäuser. Bij deze laatsten bestaat nog de bijzonderheid, dat het brandpunt des hollen spiegels juist op het op de voorwerpplaat geplaatst voorwerp valt. In lateren tijd is Oberhäuser hiervan afgeweken, en heeft hij den spiegel zoo ingerigt, dat de kruk, die hem draagt (z. Pl. VI. fig. 3 *h*), in de sleuf *e f* van het regtopstaande stuk *d* kan worden op en neder geschoven, en daar de holle spiegel slechts eenen korten brandpuntsafstand heeft, van 47 millim., zoo heeft men gelegenheid zoowel eenen convergerenden, als, door den spiegel lager te stellen, eenen divergerenden stralenbundel op het voorwerp te doen vallen. Ook bij de mikroskopen van Pritchard, Powell, Smith, is de spiegel verschuifbaar naar boven en naar

beneden, doch de brandpuntsafstanden der holle spiegels zijn hier, en bij de meeste overige mikroskopen, grooter dan de uiterste afstand tusschen het voorwerp en den spiegel, zoodat altijd een convergerende stralenbundel het gezigtsveld binnentreedt.

451. Het is duidelijk, dat, zoodra de holle spiegel op en neder beweegbaar is, men reeds hierin een middel bezit om het licht sterker en zwakker te maken, en hiervoor eigenlijk geene lenzen of lenzenstelsels op den weg der stralen behoeft te plaatsen. Intusschen bezitten deze eigene voordeelen, welke daaraan door velen en teregt de voorkeur doen geven. Vooreerst kan men eene lens veel gemakkelijker op en neder bewegen dan den veel zwaarderen spiegel, maar bovendien kan men, door vereeniging van eenen hollen spiegel met eene lens, aan de lichtstralen allerlei betrekkelijke rigtingen geven, op de wijze zooals ik dit in Dl. I. bl. 285 uitvoerig heb aangewezen, en, ofschoon geen der tegenwoordig vervaardigde verlichtingstoestellen geheel overeenkomstig de aldaar ontwikkelde grondbeginselen is ingerigt, zoo twijfel ik echter niet, of zij zullen weldra eene meer algemeene toepassing vinden, daar zoowel de theorie als de ervaring hunne juistheid bewijzen.

In 1820 zocht Brewster (1) op wetenschappelijke gronden aan te toonen, dat elke verlichting van mikroskopische voorwerpen zoodanig moet wezen, dat het voorwerp zich juist bevindt in het vereenigingspunt der stralen, zoodat het licht, hetwelk het mikroskoop binnentreedt, van uit één punt divergeert.

(2) *Treatise*, p. 135.

Op dit beginsel berust ook de verlichtingstoestel van Wollaston (1). Hij paste dezelve toe op het enkelvoudig mikroskoop met zijne doubletten, afgebeeld op Pl. II. fig. 10. Het licht wordt opgevangen door den vlakken spiegel *f*, en gaat dan door de opening van een kort buisje bij *i*, bereikt vervolgens de plano-convexe lens *e*, en wordt geconcentreerd op het voorwerp bij *o*. Wollaston gaf hierbij het voorschrift, om alles zoo in te rigten, dat een zuiver scherp beeld van de opening bij *s* op de plaats van het voorwerp gezien werd, en, ten einde dit te beter te doen, in die opening met was een draad vast te klemmen, waarvan dan het beeld zich scherp moest vertoonen op de voorwerpplaat.

Brewster heeft teregt doen opmerken, dat op die wijze geenszins aan den eisch van het beginsel voldaan wordt, want dat, indien zich het beeld der opening scherp vertoont, de paralelle stralen, die door den spiegel teruggekaatst worden, zich reeds beneden het voorwerp in een brandpunt vereenigd hebben, zoodat dit door een bundel divergerende stralen getroffen wordt. Intusschen moet men erkennen, dat de juistheid van dit beginsel, als voor alle gevallen geldig, geenszins boven iederen twijfel verheven is, en daaruit laat zich dan ook de opgang verklaren, welke de Wollastonsche verlichtingstoestel maakte, nadat deze door Goring op het zamengesteld mikroskoop was toegepast, met die wijziging echter, dat de lens in eene onder de voorwerptafel geplaatste van onderen kegelvormig toeloopende buis hooger en lager kan gesteld worden.

452. In de plano-convexe verlichtingslens van Wollas-

(1) *Philos. transact.* 1829, p. 9.

ton, met de platte zijde bovenwaarts gekeerd, ligt reeds de bedoeling uitgedrukt, om den invloed der sphaerische en chromatische aberratie minder schadelijk te maken. Brewster ging echter verder, en was van oordeel dat de verlichtingstoestel daarvan even vrij moest wezen, als het overige optische gedeelte des mikroskoops. Hij bezigde daarom de op Pl. VI. fig. 7 afgebeelde inrigting. *abcd* is eene buis van anderhalven tot twee E. duimen lengte, van binnen zwart gemaakt. Deze buis heeft eene opening bij *ef*, en moet, door middel eener algemeene geleding of op eenige andere wijze, zijn vereenigd met de voorwerptafel, zoodat de as der buis eene helling kan aannemen van 90°, hare gewone houding, tot 60° graden of minder, al naar gelang de omstandigheden het vorderen. Bovendien moet zij om hare as kunnen draaijen. Eene doublet, *gh*, *ik*, van geen aberratie, en eenen brandpuntsafstand hebbende van eenen halven duim tot een duim, is in de buis geplaatst, en kan door een rondselwerk daarin hooger of lager worden gesteld, in dier voege dat haar brandpunt voor paralelle stralen *o*, of het vereenigingspunt van divergerende stralen, juist valt op het punt, waar het voorwerp ligt, dat onderzocht moet worden. Iets lager is een vlakke metalen spiegel *pq* geplaatst, welke het licht, dat door de opening *ef* komt, op de doublet werpt.

Bij de verlichting met kunstlicht bezigt Brewster eene tweede dergelijke doublet *rs*, *vt*. In het brandpunt *l* van deze is de vlam van het licht geplaatst, zoodat dus een bundel paralelle stralen op den spiegel geworpen wordt. Tusschen de vlam en de doublet brengt hij een diaphragma *xz* met openingen van verschillenden doormeter. Voor cirkelvormige voorwerpen geeft hij de voorkeur aan ronde, voor gestreepte voorwerpen aan spleetvormige openingen.

Ter opheffing der chromatische aberratie stelde hij twee wegen voor, namelijk óf het achromatiseren der verlichtingslenzen óf het gebruik maken van éénkleurig licht. Om zich dit laatste te verschaffen beveelt hij verschillende middelen aan. Voorcerst eene eigene soort van lamp, welks vergaarbak verdunden alkohol bevat, die allengs afdaalt in een metalen schoteltje, waaronder eene tweede alkohollamp brandt om den verdunden alkohol te verwarmen, welke aangestoken zijnde met eene gele vlam brandt. Ook kan men in plaatst van verdunden alkohol, eene oplossing van keukenzout in alkohol gebruiken, en eene gewone alkohollamp met zulk eene oplossing gevuld levert eene geel gekleurde vlam, waarvan men zich, door beschouwing met een prisma, gemakkelijk overtuigen kan, dat haar licht nagenoeg volkomen monochromatisch is. Volgens Brewster zoude het, door middel van concentrerende lenzen, mogelijk zijn dit licht genoegzaam te versterken, om er alle mikroskopische waarnemingen mede te verrigten. Dit is aan mij evenmin als aan Goring (1) gelukt. Het licht van zulk eene vlam is zoo zwak, dat het alleen bij zeer geringe vergrootingen bruikbaar is. Brewster heeft echter nog eenen anderen toestel aanbevolen, ten einde eene vlam van éénkleurig licht te verkrijgen. Deze bestaat uit eene vergaarbak met zamengeperst koolgas, zoodanig ingerigt, dat dit zich bij de uitstrooming met dampkringslucht vermengt, en dan gaat door eenen ring van katoen doortrokken met eene zoutoplossing. Daarboven aangestoken brandt het met eene gele vlam, die sterker dan de vorige zoude zijn. Uit eigen ervaring kan ik over de meerdere doelmatigheid van deze inrigting niet

(1) *Micrographia*, p. 79.

oordeelen. Wat echter nog andere door Brewster aanbevolen middelen betreft, t. w. het doorlaten van het licht door verschillende gekleurde middenstoffen, en het rigten van den spiegel naar een bepaald gedeelte van het spectrum, zoo kan men deze gerustelijk voor geheel onbruikbaar verklaren, en zal het ter naauwernood noodig zijn hier alle de redenen voor deze uitspraak op te sommen. Alleenlijk maak ik hier opmerkzaam op de drie hoofdredenen, welke voor altijd zullen maken, dat de monochromatische verlichting een hoogst gebrekkig hulpmiddel zal blijven: 1° is het niet mogelijk op eenigerlei wijze volkomen éénkleurig licht, dat is bestaande uit stralen van gelijke breekbaarheid, te verkrijgen; 2° is alle licht, dat daartoe nadert, door de middelen, waardoor het verkregen wordt, zoodanig verzwakt, dat het niet mogelijk is het voor eenigzins sterke vergrootingen te bezigen, en 3° mist alle gekleurd licht het groote voordeel, dat aan het witte licht eigen is, van namelijk sterk te contrasteren met de zwarte schaduwen, waardoor de voorwerpen bij doorvallend licht alleen nog herkenbaar worden.

453. Het is om deze redenen, dat de in 1838 door Dujardin (1) beschreven verlichtingstoestel, ofschoon in de hoofdzaak op hetzelfde beginsel steunende als die van Brewster, inderdaad als eene verbetering moet worden beschouwd. Daarin wordt het licht mede opgevangen door eenen spiegel of nog beter (z. Pl. VI. fig. 8) door eèn glazen prisma *d*. Vervolgens wordt het licht geconcentreerd door een stelsel *ab* van twee of drie achromatische dubbellenzen, met de vlakke zijden bovenwaarts gekeerd. De afstand van de voorwerp-

(1) *l'Institut.* N°. 247, 307.

plaat is veranderlijk, zoodat het brandpunt der vereeniging juist op het voorwerp valt. Ter afsluiting van het licht, dat niet ter verlichting van het voorwerp dient, zijn twee diaphragmata aangebragt, het eene (*p*) vóór den spiegel of het prisma, het andere onder aan de buis, die het lenzenstelsel bevat. Trécourt en Oberhäuser hebben op dezen toestel een octrooi genomen, en de laatste voegt denzelven nog op verlangen bij zijne mikroskopen, tegen den prijs van 50 francs.

Het voorbeeld van Dujardin is later door anderen gevolgd. Reeds vermeldde ik eene dergelijke inrigting bij de nieuwere mikroskopen van Amici (z. bl. 207). Doch vooral zijn het de engelsche vervaardigers van mikroskopen, die met hunne gewone kunstvaardigheid den achromatischen verlichtingstoestel in een werktuiglijk opzigt zeer hebben verbeterd, en dezen tegenwoordig steeds bij hunne grootere werktuigen voegen. Die van Ross, van Powell en van Smith komen, alhoewel elk hunner daarin eenige kleine wijzigingen heeft aangebragt, echter in de hoofdpunten overeen, zoodat het voldoende zal wezen hier alleen die des eersten te beschrijven (1). Zij is in doorsnede afgebeeld op Pl. VI. fig. 10; *a b* is eene plaat, waarmede de toestel aan de voorwerptafel wordt vastgehecht, *c* een gedeelte van eene wijde buis, waarmede een ring *d* is verbonden, waarin eene naauwere buis *e* vastgesoldeerd is, welke het rad *f* van een rondsel bevat, waarvan de gerande knop bij *g* uitsteekt. Binnen in deze is eene nog naauwere buis *h* met eenen schroefdraad van boven, om er het lenzenstelsel *i* op te bevestigen, en een diaphragma *o* van onderen, om het overtollige licht af

(1) De beide anderen zijn beschreven en afgebeeld bij Quekett, l. c. p. 101 en 103.

te sluiten; zij schuift op en neder door omdraaijing der knop *g*. Ten einde de as van dezen toestel juist te doen vallen in de as van de mikroskoopbuis, zijn er verscheidene schroeven aangebragt; die bij *i* doet de plaat *ab* horizontaal bewegen, terwijl nog drie of meer andere schroeven, waarvan er twee bij *p* en *r* gezien worden, die door den ring heengaan, dienen om de binnenste buis in verschillende rigtingen te brengen. De prijs van dit werktuig, zonder achromatisch lenzenstelsel, bedraagt ℒ 2 (*f* 24).

Wat de verlichtingslenzen zelve betreft, zoo geldt als gewone regel bij de engelsche mikroskopen, dat men in den verlichtingstoestel het stelsel plaatst, dat in vermogen onmiddelijk datgene voorafgaat, hetwelk als objectief wordt gebruikt, tenzij men geene meerdere kosten ontziet, in welk geval er een stelsel van drie achromatische dubbellenzen opzettelijk voor dit doel bestemd wordt bijgevoegd, hetgeen dan in deszelfs geheel met het sterkste objectief wordt gebruikt, terwijl eene vereeniging van twee dezer dubbellenzen met de objectieven van middelmatig vermogen, en ééne enkele bij zwakkere vergrootingen wordt aangewend. Bij het gebruik wordt voorgeschreven zorg te dragen, dat het beeld van de lichtbron, de vlam eener lamp of eene witte wolk, juist valle op de plaats van het voorwerp, en wel zoodanig dat het middelpunt van het beeld ligt in de as van het werktuig.

Een nadeel, hetwelk alle de boven beschreven verlichtingstoestellen aankleeft, is, dat zij alleen voor centrische verlichting geschikt zijn, daar de lenzen in de buizen geene schuinsche stelling kunnen aannemen, om ook met den buiten de as geplaatsten spiegel excentrisch geconcentreerd licht op het voorwerp te werpen, gelijk dikwijls gevorderd wordt. Dit is zelfs met een achromatisch lenzenstelsel zeer moeijelijk

bereikbaar, en veel beter voldoet in zulke gevallen een enkele holle spiegel, of wel eene plano-convexe lens, welke, gelijk in het mikroskoop van Amici (z. Pl. VI. fig. 1 *p*), langs eene afzonderlijke stijl *r*, die onder aan de voorwerptafel bevestigd is, op en neder schuift, en tevens ter zijde kan gedraaid worden.

454. Onder de tegenwoordig in gebruik zijnde diaphragmata, is de draaijende van gaatjes voorziene schijf (Pl. VI. fig. 6) het algemeenst. Zij wordt aangetroffen bij de mikroskopen van Chevalier, van Lerebours, van Brunner, bij de kleinere werktuigen van Oberhäuser, die van Powell, van Ross en van Smith. Bij de werktuigen der drie laatstgenoemden is zij aan eene afzonderlijke plaat bevestigd, welke, naar willekeur, onder de voorwerptafel kan gebragt worden, en weder verwijderd, wanneer men den achromatischen verlichtingstoestel verlangt te gebruiken. In plaats eener draaijende schijf bezigde Goring bij zijn katadioptrisch mikroskoop eene heen en weder schuivende plaat, welke van eenige openingen voorzien is. Het uitwerksel is nagenoeg gelijk, maar zulk eene plaat is in het gebruik minder gemakkelijk dan eene schijf, welke door den gekarteldeu rand veel gemakkelijker met eenen enkelen vinger wordt rondbewogen.

Oberhäuser en Powell voegen bij hunne mikroskopen ook nog een ander draaijend diaphragma van grooteren omvang dan het vorige, doch, even als dit, bestaande uit eene schijf, waarin eenige ronde openingen van verschillende grootte zijn. Dit diaphragma wordt regtop of onder eenen zekeren hellingshoek geplaatst op een daarvoor bestemd voetstuk, tusschen de lichtbron en den spiegel. Het is vooral

bij het gebruik van kunstlicht dat dit diaphragma te pas komt, ter verandering van den doormeter des divergerenden lichtkegels, die op den spiegel valt.

Een ander soort van diaphragmata zijn die, waarvan Oberhäuser en Varley (1) zich bedienen, en in navolging des eersten ook Nachet. Deze bestaan (z. Pl. VI. fig. 2 *a*) uit korte buisjes van boven gesloten en aldaar bij *o* voorzien van eene grootere of kleinere opening. Bij die, welke behooren bij het op bl. 190 vermelde mikroskoop, hebben deze openingen eenen doormeter van 4, 1 en 0,5 millimeter. De kleinste zijn bestemd voor de sterkste lenzenstelsels. Zulk een buisje wordt geplaatst in eene ruimere buis (z. Pl. VI. fig. 2 *q p*) onder de voorwerptafel, welke op hare beurt in de ronde opening past eener plaat, waarin zij op en neder kan worden bewogen, zoodat de lichtbundel, die van den spiegel komt, aldus vernaauwd of verbreed wordt. Bij de oudere Oberhäusersche mikroskopen geschiedt zulks door eenen hefboom, en kunnen de diaphragmata niet verwisseld worden, dan na wegname van het voorwerp. Bij de nieuweren is dit verbeterd, daar de plaat (z. Pl. VI. fig. 5 *A q q*), waarin zich de het diaphragma *a* bevattende buis *p* op en neder beweegt, in de beide zwaluwstaartvormige lijsten *r r* schuift, en daaruit kan getrokken worden, wanneer men het eene diaphragma met een ander wil verwisselen. Bovendien is hierdoor het voordeel ontstaan, dat men de opening, des verkiezende, iets buiten de as kan brengen, zoodat de schaduw van haren rand in het gezigtsveld valt, iets dat in sommige gevallen nuttig is.

---

(1) Door dezen in 1831 beschreven onder den naam van *dark chamber* in het 48ste Deel der *Transactions of the Society of Arts.*

Een diaphragma van een geheel eigendommelijk maaksel, hetwelk, voor zoover ik weet, nog niet is beschreven, bevindt zich bij een alhier voorhanden Dollondsch mikroskoop. Het is, van de onderzijde gezien, afgebeeld op Pl. VII. fig. 15, de doorsnede in fig. 16; *abcd* is eene langwerpig vierkante plaat, met twee zijdelingsche lijsten, voorzien van groeven, waarin twee andere platen over elkander glijden, die regthoekig uitgesneden zijn, en aldus te zamen eene vierkante opening *v* vormen, waarvan de grootte verschilt al naar gelang der betrekkelijke plaats dier beide platen; daartoe zijn in de eerste *ef* twee openingen, namelijk *ylmn* (gedeeltelijk door eene gestippelde lijn aangewezen, omdat zij niet in haar geheel zigtbaar is) en *oprq*, welke langs den rand *op* getand is. De tweede en buitenste der beweeglijke platen *gh* is kleiner dan de vorige; aan het uiteinde *g* is er de regte hoek *igk* uitgesneden, en nabij het andere bevindt zich mede eene langwerpig vierkante opening met eenen getanden rand *st*. De gerande knop *u* (in fig. 15 en 16) brengt een getand rad *w* in beweging, waarvan de tanden aan weerszijden grijpen in de tanden der beide platen, en gevolglijk bewegen zich deze te gelijker tijd in tegengestelde rigtingen over elkander heen, en wordt de opening *v* hierdoor grooter of kleiner. Om de kanten van deze nagenoeg in hetzelfde vlak te doen vallen, zijn de randen van het koper aldaar wigvormig, gelijk in fig. 16 gezien wordt. De vaste plaat *abcd* heeft vlak boven *v* eene ronde opening met eenen ring *xz*, waarmede het diaphragma onder de voorwerptafel wordt vastgeschroefd.

Deze inrigting veroorlooft derhalve het licht alle trappen van intensiteit te doen doorloopen, en het zonde zeer gepast zijn er den achromatischen verlichtingstoestel van te voor-

zien, in plaats van het daarin aanwezige diaphragma met onveranderlijke opening.

455. De verlichting met opvallend licht is, gelijk wij zagen, bij het zamengesteld mikroskoop de oudst gebruikelijke. Reeds vermeldden wij (bl. 122 en 132) de wijze, waarop Hooke hier het licht versterkte, door eenen met water gevulden bol en eene biconvexe lens (Pl. III. fig. 9), — hoe Hertel (bl. 130) hetzelfde oogmerk bereikte door eenen hollen spiegel in vereeniging met eene lens (Pl. IV. fig. 6), — verders dat Leeuwenhoek (bl. 44), ter verlichting van ondoorschijnende voorwerpen in het enkelvoudig mikroskoop, de lens plaatste in het midden van een hol metalen spiegeltje (Pl. I. fig. 8), hetwelk later door Lieberkühn meer algemeen werd in gebruik gebragt, en door Cuff op het zamengesteld mikroskoop toegepast (Pl. IV. fig. 9). In 1798 beschreef Swaving (1) eenen toestel tot verlichting van ondoorschijnende voorwerpen. Deze is afgebeeld in Pl. V. fig. 11 en bestaat uit eene koperen buis, aan welker beide uiteinden de biconvexe lenzen *a* en *b* zijn geplaatst; de versterking der verlichting geschiedt door de vereenigde werking dezer beide lenzen. Het midden der buis rust op den top van de stijl *c*, en zij kan daarop door het rad *d* en den knop *e* onder allerlei hellingshoeken gebragt worden. De stijl *c* wordt geplaatst óf in eene opening der voorwerptafel, óf op een afzonderlijk voetstuk, waarin zij dan door de klemschroef *f* hooger of lager kan worden gesteld.

Reeds is vermeld (bl. 180) dat Selligue, in plaats eener

(1) *Natuurkundige Verhandelingen van de Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem*, I. p. 41.

verlichtingslens, een prisma met bolle oppervlakten heeft aangewend, en dat dit voorbeeld door Plössl (Pl. VII. fig. 2*m*) is nagevolgd.

De overige hedendaagsche vervaardigers van mikroskopen geven echter aan de eerste de voorkeur, en men treft haar nagenoeg bij alle aan, alleenlijk met eenige wijzigingen van ondergeschikt belang. Zoo is zij bij de werktuigen van Chevalier en van Amici (z. Pl. VI. fig. 1*p'*) aan eenen van geledingen voorzienen arm *q'* bevestigd, en deze hetzij aan de mikroskoopbuis of aan den arm, welke deze draagt, verbonden. Op deze wijze ingerigt kan de lens echter natuurlijk slechts klein zijn, daar zij ligtelijk te zwaar voor de geledingen zoude worden, en daarom geven anderen, zoo als Oberhäuser en de engelsche vervaardigers, te regt de voorkeur aan eene grootere lens (Pl. VI. fig. 11*p*), die langs eene op een afzonderlijk voetstuk rustende ronde stijl *a* kan worden op en neder geschoven, terwijl de arm *b*, die de lens draagt, ronddraait in eene horizontale korte buis *c*, en zij aldus allerlei hellingen kan aannemen.

Somwijlen is het voordeelig, vooral bij het gebruik van kunstlicht, dat men het door de grootere lens reeds geconcentreerde licht nog verder concentreert, door eene kleinere met korteren brandpuntsafstand. Dit kan geschieden met den op Pl. VI. fig. 12 afgebeelden toestel, naar het plan van Leonard (1) vervaardigd, en waarvan het gebruik wel geene nadere aanwijzing behoeft.

456. Voor sterkere vergrootingen kan de concentratie van het opvallend licht alleen geschieden door holle spiegeltjes.

(1) Quekett, l. c. p. 108.

Deze kunnen nog gevoeglijk gebruikt worden met objectiefstelsels van 5 of 6 millimeters brandpuntsafstand en vergrootingen van hoogstens 500 maal. Vele vervaardigers van mikroskopen voegen dezelve alleen op uitdrukkelijk verlangen bij hunne werktuigen, en men moet dan ook erkennen, dat hun nut tegenwoordig beperkter is dan vroeger, toen de opening der objectieven en gevolglijk hunne lichtsterkte veel geringer was. Echter komen zij nog somwijlen te pas, en bovendien verschilt, gelijk reeds (Dl. I. bl. 294) is aangetoond, hunne werkingswijze eenigzins van die der verlichtingslenzen, zoodat zij voor de verlichting van sommige voorwerpen beter geschikt zijn dan deze. De beste wijze ter afsluiting van het licht, dat het voorwerp van onderen zoude treffen, is die, waarvan men zich in Engeland bedient, en welke bestaat in het gebruik van kleine op het einde van een stijltje bevestigde komvormige uitgeholde schijfjes (z. Pl. VI. fig. 15). De stijl past in eenen kleinen arm (z. Pl. VIII. fig. 4*e*), welke zich onder de voorwerptafel bevindt, en juist onder het midden der opening daarin kan gebragt worden, terwijl het schijfje zoo hoog kan worden opgeschoven, tot dat het het voorwerp van onderen bijna raakt. In fig. 13 Pl. VI is dit in doorsnede voorgesteld; *a* is de mikroskoopbuis, *b* het objectief, *c* het holle spiegeltje, *d* het voorwerp, *e* het schijfje dat de middelste lichtstralen afsluit.

Een ander soort van metalen terugkaatsende spiegeltjes is voor eenige jaren door Ross ingevoerd. Deze zijn namelijk bestemd, om het voorwerp van ter zijde te verlichten, iets dat uit den aard der zaak met de gewone holle spiegeltjes niet geschieden kan. Zulk een spiegeltje van Ross is afgebeeld in Pl. VI. fig. 14*a b*. Het is bevestigd in eenen geleden arm *c d*, welke door eene scharnier *c* verbonden is

met een kort stijltje, dat in eene opening der voorwerptafel wordt geplaatst, ter zijde van het voorwerp, in dier voege dat het spiegeltje het licht ontvangt door eene condenserende lens daarop geworpen, en dit nu op het voorwerp terugkaatst. Pritchard (1) heeft deze verlichting eenigzins gewijzigd, door ter zijde van het mikroskoop eenen horizontalen spiegel te plaatsen, die het licht opvangt en dit dan op het spiegeltje werpt. Ik kan niet uit eigen ondervinding over de uitwerking van dit verlichtingsmiddel oordeelen, maar het schijnt mij toe niets vooruit te hebben boven eene lens op de gewone wijze ter zijde van het voorwerp geplaatst, daar hiermede volkomen hetzelfde doel met minder lichtverlies en meer gemak bereikt wordt.

457. De derde verlichtingswijze der mikroskopische voorwerpen, die met gepolariseerd licht, dagteekent eerst van voor weinige jaren.

In 1808 had Malus de eigendommelijke verschijnselen ontdekt, waaraan men den naam van polarisatie van het licht heeft gegeven, en acht jaren later, namelijk in 1816, was het Brewster, die het eerst mikroskopische voorwerpen zoowel van organischen als anorganischen oorsprong met gepolariseerd licht onderzocht (2). Hij bezigde daartoe een enkelvoudig mikroskoop (Pl. IX. fig. 5), dat, op de wijze eener loupe, in de hand werd gehouden, en eene lens *m* bevatte. Een plaatje tourmalijn *abcd* werd daarop geplakt met een weinig was of canadabalsem. Later (3) raadde hij aan twee planoconvexe lenzen te bezigen, en het tourmalijn-

(1) Derde uitgave der *Microscop. Illustrations.* p. 141.
(2) *Edinburgh transactions*, VIII. p. 371, en IX. p. 141.
(3) *Treatise*, p. 97.

plaatje tusschen hunne beide platte oppervlakten te brengen.

Ter verkrijging van het gepolariseerde licht wendde hij eenen onder eenen hoek van 55° gestelden zwarten spiegel aan, of een bundel glasplaten, of eenen rhomboëder van kalkspaath, die van onderen bedekt is, met vrijlating eener opening van zulk eenen doormeter, dat zij juist de beide beelden scheidt, die van boven gezien worden. Een dezer beelden wordt dan bedekt, en op het ander het voorwerp gelegd, dat men bij gepolariseerd licht wenscht te beschouwen.

De eerste, die het zamengesteld mikroskoop tot een polariserend mikroskoop heeft ingerigt, is Henry Fox Talbot (1). Hij gebruikte twee Nicolsche (2) prismen, waarvan het eene als polarisateur onder de voorwerptafel, en het andere als analysateur boven het oculair werd geplaatst. Dit is ook thans nog de wijze, die door velen gevolgd wordt. De beide prismen zijn dan in buizen besloten, op de wijze afgebeeld in Pl. IX. fig. 6, waarvan de eene in de opening der voorwerptafel past, terwijl de andere op het oculair wordt gezet. Deze handelwijze heeft echter het gebrekkige, dat daardoor het gezigtsveld zeer klein wordt. Beter is daarom die van Chevalier (3), die het bovenste Nicolsche prisma in de buis van het mikroskoop brengt, en wel onmiddelijk boven het objectief. In dit geval moet echter de polarisateur zoo zijn ingerigt, dat deze kan worden rondgedraaid. Daar dit nu altijd eenigzins lastiger is dan eene omdraaijing van het oculair, zoo is het mij verkieslijk voorgekomen den middenweg in te slaan, en het analyserend

(1) *Philos. Magaz.* V. p. 321. IX. p. 288.

(2) Aldus genaamd naar den uitvinder William Nicol van Edinburgh.

(3) L. c. p. 75.

prisma vlak onder het oculair te plaatsen, in dier voege, dat de buis, welke het prisma bevat, sluit in het benedenste gedeelte der oculairbuis. Bezigt men dan tamelijk groote prismen, dan wordt het gezigtsveld hierdoor weinig verkleind. Die, waarvan ik mij bedien, en welke door E. Wenckebach te Amsterdam zijn vervaardigd, hebben den buitengewoon grooten doormeter van 16 millim.

458. Voor het groote meerendeel der onderzoekingen, waarbij gepolariseerd licht gevorderd wordt, kan men met twee zulke prismen, die tijdelijk gebruikt en weder verwijderd worden, geheel volstaan. Er komen echter sommige gevallen voor, waarbij een volledíger ingerigte toestel gevorderd wordt, en daartoe is die bestemd, welken Amici sedert 1830 heeft gebruikt, hoewel hij eerst voor weinige jaren beschreven is (1). Deze is afgebeeld op Pl. IX. fig. 7.

Acht of tien glazen platen gevat in een raam *a b* dienen om eenen bundel gepolariseerd licht terug te kaatsen. Dit raam is beweeglijk om eene horizontale as, en voorzien van eenen verdeelden cirkel *c;* de glasoppervlakte ontvangt het licht des hemels, of van eene lamp, door middel van eenen spiegel *d*, die onder eenen gepasten hellingshoek geplaatst wordt.

Op den trommel *e* bevindt zich een verdeelde cirkel *f*, welke in eene horizontale rigting kan draaijen; de verdeeling in graden dient om het azimuth van het hellingsvlak aan te wijzen, in verhouding tot het oorspronkelijke polarisatievlak. Twee stijlen, vastgehecht aan den ring *t*, dragen de voorwerptafel *g*, welke zich om eene horizontale as *h* beweegt.

(1) *Annal. de Chim. et de Phys.* 1844. 3me ser. XII. p. 111.

De ter zijde geplaatste cirkel *i* dient voor het meten van hare helling en van den hoek, waaronder de gepolariseerde straal de benedenvlakte van het voorwerp treft; en, opdat ook het vlak van inval ten opzigte van het voorwerp veranderlijk zoude zijn, heeft de voorwerptafel bovendien eene draaijende beweging in haar eigen vlak.

Als analysateur dient hier een rhomboëder van kalkspaath *r*, geplaatst boven het mikroskoop *p*. De mikroskoopbuis kan om hare as draaijen, en een daaraan bevestigde wijzer toont op den cirkel *l* den hoek aan, welke de hoofdsnede van den rhomboëder maakt met het oorspronkelijk polarisatievlak. De gerande knop *m* dient om het mikroskoop op den vereischten afstand te brengen van het voorwerp, dat op eene glazen plaat op de voorwerptafel wordt gelegd. De kalkspaath-rhomboëder staat vast, en bevindt zich tusschen het buitenste oogglas en het punt, waar zich al de bundels van parallelle stralen kruisen, die uit het mikroskoop komen. Bij hunnen doorgang door den kalkspaath, verdeelen zich de stralen, en er ontstaan twee vereenigingspunten. Beurtelings het oog boven elk van deze brengende, ziet men het veld verlicht, hetzij door de stralen, die op de gewone, of de zoodanige, die op de buitengewone wijze gebroken zijn. Ten dien einde bedekt een metaalplaatje, voorzien van een klein uitsteeksel *q*, en beweegbaar om eene spil, de bovenvlakte des rhomboëders. Het heeft eene opening juist groot genoeg, om naar willekeur een der beide beelden door te laten.

Indien men de waarnemingen des avonds verrigt, en daarbij de vlam eener kaars of lamp bezigt, welke weinig uitgebreidheid heeft, dan brengt men in den trommel *e* eene groote lens, waardoor het geheele veld verlicht wordt.

Om proeven te nemen met circulair-gepolariseerd licht, plaatst men in den trommel het bekende paralellepipedum van Fresnel; dit is gesteld op eenen cirkel, die horizontaal beweegbaar en aan den omtrek verdeeld is, ten einde het azimuth der totale reflectie in verhouding tot het polarisatievlak te meten. Het licht, dat in het prisma wordt teruggekaatst, neemt slechts de helft in van het gezigtsveld, de andere helft blijft verlicht door de stralen, die niet circulair gepolariseerd zijn, hetgeen veroorlooft om op hetzelfde oogenblik, en terwijl zij, als het ware, onderling in aanraking zijn, de verschillende kleuren waar te nemen, die de werking van het paralellepipedum doet ontstaan.

Om dit werktuig nog bruikbaarder te maken, en inzonderheid ook geschikt voor waarneming bij zeer schuins invallende stralen, heeft Amici er nog een tweede objectief, sterker dan het eerste, bijgevoegd, hetwelk zich bevindt aan het uiteinde van de buis v, die over de eerste p kan worden geschoven, en waardoor het mikroskoop tevens pankratisch is geworden.

Eindelijk, ten einde het licht, dat door den bundel glazen platen ab teruggekaatst wordt, sterk convergerend te maken, wordt in de opening der voorwerptafel een kort buisje geplaatst, bevattende een stelsel van bolle lenzen, en op de bovenste daarvan het voorwerp gelegd.

TOESTELLEN EN HULPMIDDELEN TOT OPNEMING EN VASTHOUDING DER VOORWERPEN.

459. Een groot gedeelte van het *armamentarium microscopicum* bestaat uit de kleine werktuigen, welke tot deze afdeeling behooren. Het getal dergene, die sedert den aanvang der mikroskopische onderzoekingen zijn uitgedacht, of onder gewijzigde soms ook verbeterde vormen vervaardigd, is inderdaad zeer aanzienlijk, en getuigt eensdeels voor het vernuft der uitvinders, anderdeels voor de telkens op nieuw gevoelde behoefte, om gepaste middelen te vinden, ten einde de voorwerpen in zulk eenen toestand te brengen, dat zij gemakkelijk door het mikroskoop waarneembaar zijn.

De oudste waarnemers maakten vooral een veelvuldig gebruik van micaplaatjes (1). Met een weinig was of terpenthijn werden de voorwerpen hierop vastgekleefd of ook wel tusschen twee zulke plaatjes besloten. Zoo bezigde men reeds op het laatst der 17de eeuw de van eenige openingen voorziene houten of beenen schuifjes, waarin de voorwerpen tusschen micaplaatjes, door een koperen ringetje zamengedrukt, bevat waren. Bij Bonannus (2) vindt men deze afgebeeld (z. Pl. IV.

(1) Zie Huygens in *Mem. de l'Acad. de Paris.* 1678. XI. p. 608.
(2) *Micrographia curiosa.* p. 27.

fig. 2) geheel in denzelfden vorm als zij tot voor korten tijd algemeen gebruikelijk waren, alhoewel later de micaplaatjes meestal door holle glazen plaatjes vervangen werden. Hartzoeker (1) wendde bij zijn vroeger (bl. 47) beschreven enkelvoudig mikroskoop een koperen raampje (Pl. IV. fig. 12) aan, bestaande uit twee door eene scharnier vereenigde helften, op welker langwerpig vierkante openingen strooken mica geplakt waren.

Weldra bedacht men ook andere kleine werktuigen, bestemd tot vasthouding der voorwerpen. Zoo treft men reeds bij de mikroskopen van Cuno (Pl. I. fig. 9), maar vooral bij die van Johannes Musschenbroek (Pl. I. fig. 10) eenen vrij aanzienlijken voorraad daarvan aan, als: kleine schuiftangetjes (fig. 9 *k*) om voorwerpen tusschen te knijpen, in eene spitse punt uitloopende naalden (fig. 9 *m* en fig. 10 *F*), kleine vorkjes (fig. 9 *l* en fig. 10 *D*), dergelijke werktuigen met stompe spitsen (fig. 10 *B* en *C*). Maar vooral zijn het de in fig. 10 in H, *E* en *G* afgebeelde werktuigen, die voor de vindingrijkheid van Musschenbroek getuigen. *H* diende voor het vasthouden van schuifjes met voorwerpen, of van glazen platen, die door de veer *l* vastgeklemd werden; *G* is een kleine toestel geschikt om een glazen buisje *ef* vast te houden, waarbij ik echter moet doen opmerken, dat reeds Leeuwenhoek van glazen buisjes voor het onderzoek van vochten had gebruik gemaakt; *E* eindelijk stelt een busje of doosje voor, met twee glazen plaatjes, het eene hol en het andere vlak, om levende dieren tusschen te besluiten; het is de *animal life box* in haren eenvoudigsten vorm. Later vinden wij deze met uitzondering van den

(1) *Essay de Dioptrique*, 1694. p. 176.

steel, terug bij het zamengesteld mikroskoop van Culpeper en Scarlet, terwijl zij eerst in onzen tijd eenige verbeteringen heeft ondergaan.

Op raad van Lister gaf namelijk Tulley aan dit dierdoosje den vorm, welke in doorsnede is afgebeeld op Pl. VII. fig. 14; *ab* is een koperen plaatje van nagenoeg gelijke grootte als de gewoonlijk gebruikte glazen voorwerpplaatjes. In het midden is eene opening, en daarboven een kort buisje gesloten door een rond vlak glazen plaatje *ii*. Om dit buisje past, op de wijze van een dekseltje, een tweede, dat mede door een vlak glasplaatje *oo* gesloten is.

Goring (1) bragt daaraan eene kleine maar niet onbelangrijke verbetering aan. Hij liet namelijk de beide glasplaatjes waterdigt vasthechten in hunne holten, en tevens een klein gaatje drillen (z. Pl. VI. fig. *4B*) nabij den rand van het buitenste buisje. Op die wijze kan het dierdoosje ook voor waterdieren worden gebruikt, terwijl het gaatje dient om de lucht te laten ontsnappen. Voor in de lucht levende dieren voegde hij er een tweede dekseltje (fig. *4C*) bij, even als het vorige gemaakt, maar van meerder kleine openingen voorzien.

In 1851 heeft Varley (2) nog eene verandering in deze kleine werktuigen gemaakt, waardoor zij voor het onderzoek van in het water levende dieren merkelijk geschikter zijn geworden, en waarin hij thans door alle vervaardigers van mikroskopen in Engeland wordt nagevolgd. In fig. 10 en 10′ Pl. VII is *ab* de platte koperen plaat, met het korte buisje, dat het voorwerpplaatje *c* draagt; dit rust echter niet onmiddelijk op den buitenrand, maar op eenen naar binnen

(1) *Micr. Ill.* 1ste ed. p. 57.

(2) *Transact. of the Soc. of Arts.* XLVIII.

springenden ring *d*, zoodat er eene cirkelvormige groeve *i* open blijft. Het dekseltje *f* met de dunne glasplaat *e* glijdt over het binnenste buisje, even als in de vroegere dierdoosjes. Het verschil met dezen bestaat derhalve alleen daarin, dat het glasschijfje *c*, hetwelk als voorwerpplaat dient, niet met het buisje in aanraking is. Een waterdroppel hierop gebragt zijnde blijft daarom enkel door de capillariteit tusschen de beide glasplaatjes, en men kan het dekseltje geheel ronddraaijen, zonder dat het vocht wegvloeit.

Later heeft Powell hierin nog eene verbetering aangebragt, daarin bestaande, dat het dekplaatje verwisseld kan worden. Hiertoe is (z. Pl. VII. fig. 12) het tot deksel dienende buisje uit twee stukken vervaardigd. Het onderste gedeelte *d* heeft van boven eenen rand, voorzien van eenen schroefdraad *o;* hierop wordt het ronde dekplaatje *e* gelegd, en dit nu bevestigd door er den ring *h* over heen te schroeven; *c* duidt ook hier het voorwerpplaatje aan, *i* de cirkelvormige groeve.

Ten slotte moge hier ook eene onlangs door Pouchet medegedeelde handelwijze worden vermeld, welke eigenlijk, als behoorende tot de kleine praktische kunstgrepen, hare plaats moest vinden in het tweede Deel van dit werk. Zij dient om zeer kleine waterdieren b. v. infusoriën, in beperkte ruimten te brengen, zoodat hunne bewegingen bij de waarneming niet te hinderlijk zijn. Pouchet (1) raadt daartoe aan een klein lapje neteldoek in den droppel te leggen, waarin zulke diertjes bevat zijn; bedekt men dit dan met een gewoon dekplaatje, dan is het duidelijk, dat elke maas van het doek als het ware een klein dierdoosje wordt.

---

(1) *Compt. rendus.* 1849. XXVIII. N°. 3.

460. Reeds vermeldden wij de schuiftangetjes van Cuno en van Musschenbroek. In 1702 voegde Wilson bij een zijner enkelvoudige mikroskopen (Pl. I. fig. 14) een tangetje, dat tot op onzen tijd in gebruik is gebleven, en uit twee veerende blaadjes *k* bestaat, die door drukking op twee van knopjes voorziene pennetjes van elkander verwijderd worden, wanneer men er eenig voorwerp tusschen wil vastklemmen.

Ook Joblot bedacht verscheidene tangetjes, die tot hetzelfde doel bestemd waren, doch minder algemeen in gebruik kwamen. Zij zijn afgebeeld op Pl. IV. fig. *4abcd* en *e;* de wijze, waarop zij werden aangewend, blijkt daaruit genoegzaam duidelijk. Zoowel deze als het Wilsonsche tangetje bevonden zich aan het eene einde van eenen stalen draad, die in een koperen kokertje verschuifbaar was, terwijl Wilson het andere uiteinde voorzag van een ivoren schijfje, dat aan de eene zijde wit, aan de andere zwart was, voor het daarop plaatsen van voorwerpen van onderscheidene kleur.

Geheel dergelijke tangetjes worden nog bij vele onzer hedendaagsche mikroskopen gevoegd. Bij anderen is het schijfje weggelaten, of, gelijk bij het op Pl. VIII. fig. 14 afgebeelde bij een engelsch mikroskoop behoorend tangetje, vervangen door een vierkant koperen bakje *a* met kurk opgevuld, waarop dan met eene speld kurken of kartonnen schijfjes met daarop bevestigde voorwerpen kunnen vastgestoken worden.

Eenen geschikten vorm bezit ook het door Oberhäuser naar het voorschrift van Strauss Durckheim (1), onder

(1) *Traité pratique*, I. p. 136.

den naam van *microphore à bascule*, vervaardigde tangetje. Het is afgebeeld op Pl. VII. fig. 15; door op het achtereinde *a* van het bovenste blaadje te drukken, opent het zich, nadat men vooraf de schroef *l* heeft losgedraaid.

Tot deze zelfde afdeeling kan ook een kleine toestel van Laurent worden gebragt (Pl. VII. fig. 17), welke bepaaldelijk bestemd is voor het onderzoek der ontwikkeling van mollusken-eijeren, maar ook met kleine wijzigingen voor andere dergelijke doeleinden kan worden dienstbaar gemaakt. Hij bestaat uit een vierkant koperen bakje met eenen glazen bodem. In een der wanden is eene opening, waarin een koperen cylindertje kan ronddraaijen, dat van voren doorboord is, om er een koperdraad in te kunnen steken, die dubbel genomen en zoodanig gewonden is, dat er op zekere afstanden openingen overblijven, waarin dan de eijeren gelegd worden, welker ontwikkeling op verschillende punten men nu door omdraaijing van het koperdraad in het met water gevulde bakje kan gadeslaan.

461. Vele voorwerpen moeten gedurende het onderzoek voor drukking door het dekplaatje beschut worden, of vorderen, wanneer zij in het een of ander vocht zullen bewaard worden, eene holte om hen op te nemen. Eertijds bezigde men daartoe ronde of langwerpig vierkante glasplaatjes, waarin eene of meerdere komvormige holten geslepen waren. Thans echter geeft men teregt de voorkeur aan bakjes, waarvan de bodem door een vlak glasplaatje gevormd wordt. In het tweede deel bl. 124 en volg., zijn eenige handelwijzen aangegeven, om zulke bakjes uit caoutchouc, gutta-percha of glastrookjes te vervaardigen, met behulp eener uit gutta-percha, schellak en terpenthijn zamengestelde

lijm. Hier ter plaatse willen wij nog eenige daartoe strekkende handelwijzen vermelden, die door anderen zijn aanbevolen.

Het is vooral in Engeland, dat men zich in den laatsten tijd veel moeite heeft gegeven, om zulke bakjes, — aldaar onder den naam van *cellen* bekend, — op eene doelmatige wijze in te rigten, en zij zijn in allerlei vormen bij de vervaardigers van mikroskopen aldaar verkrijgbaar. Zij worden daargesteld óf: 1° door in een vlak glasplaatje eene opening te drillen, welke handelwijze de beste is om zeer ondiepe bakjes te maken, dewijl men daartoe zelfs het dunne glas voor dekplaatjes kan aanwenden; 2° door ringen te snijden van ronde, vierkante of elliptische glazen buizen, en 3° door ringen van eenen dergelijken vorm te gieten. Het is waarschijnlijk dat, wanneer, gelijk te wachten is, het bewaren en verzamelen van mikroskopische praeparaten meer en meer algemeen wordt, zulke gegoten glasringen weldra overal voor weinig geld te bekomen zullen zijn. Darker heeft er eenen vorm aan gegeven, die voor zeer vele gevallen allergeschiktst is. Fig. 12 *A* Pl. VIII stelt zulk eenen glasring van boven gezien voor, *B* in doorsnede, *C* is de doorsnede van den rand alleen. Het vlakke gedeelte *d* van den rand dient om er het dekplaatje op te leggen, terwijl de groeve *g* verhindert, dat het overtollige lutum naar het praeparaat vloeit.

Om zulke ringen op glasplaatjes te bevestigen, gebruikt men tegenwoordig in Engeland bij voorkeur de door Jeffery voor eenige jaren uitgevonden en voor verschillende technische doeleinden in het groot vervaardigde zeelijm (*marine glue*), eene zelfstandigheid bestaande uit een mengsel van schellak, caoutchouc en kolenteer. Er komen van deze zeelijm nog verschillende soorten in den handel voor, doch

volgens Quekett is voor mikroskopisch gebruik diegene de beste, welke gemerkt is met G K 4. Om daarmede glasringen te bevestigen, wordt de zeelijm in dunne reepen gesneden op het glas gelegd, en verwarmd tot zij begint te koken. Quekett beveelt hiervoor een klein tafeltje van ijzerblik aan, rustende op vier pootjes, en waaronder eene alkohollamp wordt geplaatst. Op de gesmolten zeelijm wordt dan de ring gelegd, en met een stukje vlak hout vastgedrukt. Vervolgens wordt het glasplaatje met den ring van het tafeltje genomen, en, na eenige bekoeling, de overtollige zeelijm met een klein beiteltje weggekrabt. Om het bakje geheel schoon te maken, giet men er een weinig van eene slappe potasch-oplossing of wijngeest in, krabt de laatste overblijfselen van de zeelijm weg met een wigvormig toegesneden stukje hout, en spoelt het eindelijk uit met water.

Bij eigen beproeving is mij gebleken, dat deze zeelijm werkelijk zeer geschikt is tot het hier bedoelde oogmerk, doch dat, ter vervaardiging van glasbakjes, op de Dl. II. bl. 127 beschreven manier, de gutta-percha-lijm de voorkeur verdient, omdat deze gemakkelijker vloeibaar is, en daarom beter tusschen de voegen indringt. Ook heb ik mij in den laatsten tijd dikwerf hiertoe van den op bl. 555 vermelden goudgrond bediend, welke, wel is waar, langzamer droogt, doch geene aanwending van warmte vordert, en voor het minst even goed afsluit, als de beide genoemde lijmsoorten.

462. Eene afzonderlijke paragraaf vorderen de verschillende toestellen, die uitgedacht zijn ter waarneming van den bloedsomloop der dieren.

Het eerste werktuig, dat hiertoe bestemd was, is door

Leeuwenhoek vervaardigd (1). Het bestond (z. Pl. I. fig. 6) uit eene aan beide uiteinden regthoekig omgebogen zilveren of koperen plaat *a*, in welker omgebogen gedeelten *b* en *c* de ronde openingen *e* en *i* waren aangebragt, bestemd ter opneming eener glazen buis, die dan door de veeren *r* en *d* werd vastgeklemd. In deze glazen buis bevond zich water en een klein vischje, met de vinnen of den staart zoodanig geplaatst, dat men er den bloedsomloop in kon waarnemen. De lens, die, even als bij alle Leeuwenhoeksche mikroskopen, tusschen twee plaatjes (fig. 7) besloten was, werd dan voor de buis gesteld, door middel van de regtopstaande plaat *g*, die door de beide schroeven *hh* op het gedeelte *c* bevestigd was, en waaraan de lensplaat door de schroef *f* werdt vastgemaakt. Leeuwenhoek heeft verscheidene van deze toestellen vervaardigd, want op den catalogus zijner mikroskopen (z. bl. 41 noot) worden er niet minder dan acht zilveren en vier koperen vermeld.

Bij het mikroskoop van Marshall (z. Pl. IV. fig. 5) werd de visch gelegd op de glazen voorwerpplaat *d*, en zijn ligchaam vervolgens, met vrijlating van den staart, bedekt met eene gootvormig gebogen looden plaat, ten einde het wegspringen te beletten en de bewegingen te matigen.

Waarschijnlijk heeft de vorm dezer plaat aanleiding gegeven tot de vervaardiging van de koperen vischpan (Pl. IV. fig. 7 *B*), die eenigen tijd later door Culpeper en Scarlet bij hun mikroskoop gevoegd werd, en zeer lang in gebruik is gebleven. Zij wordt gevormd door een gootvormig gebogen langwerpige koperen plaat, aan het eene uiteinde iets smaller dan aan het andere, en voorzien van eene opening *a*,

(1) *Sendbrieven*; 66ste Missive van 12 Januarij 1689.

om er de staart boven te leggen, terwijl dan het ligchaam van den visch en de plaat beide door een breed lint eenige malen worden omgeven, en het dier aldus tot rust gedwongen.

Voor de waarneming van den bloedsomloop in het zwemvlies van den kikvorsch, bezigde Alexander Stuart (1) te Londen in 1744 een raam, dat echter meer bepaaldelijk bestemd was om bij het zonmikroskoop te worden gebruikt, en waarop het dier met banden en spelden bevestigd werd.

Ook Hendrik Hen voegde bij zijne mikroskopen een daartoe bestemd langwerpig vierkant uit koperblik vervaardigd raam, voorzien van twee breede dwarsstrooken en een aantal kleine openingen langs den rand, ter bevestiging der banden of draden, waarmede het dier werd uitgestrekt.

Nagenoeg hiermede overeenkomend, doch van hout vervaardigd, is de toestel voor de waarneming des bloedsomloops in den kikvorsch door R. Wagner uitgedacht, en door J. Vogel (2) beschreven.

De kikvorschplaat, welke Powell en Ross tegenwoordig bij hunne mikroskopen voegen, is afgebeeld op Pl. V. fig. 10. Zij is van koper vervaardigd, ongeveer 15 centim. lang en 6 centim. breed. Aan het eene einde is eene opening *b* gesloten met eene glazen plaat. Hierop wordt de poot gelegd. Rondom deze opening zijn vier of meer kleine knopjes geplaatst, bestemd om er de draden om te slaan, waarmede de teenen worden uitgespreid. De kikvorsch wordt dan, met uitzondering van eenen der achterpooten, in een klein linnen zakje gebragt, waarvan de opening door eene

(1) Zie Baker, *Het mikroskoop gemakkelijk gemaakt*, p. 135.
(2) *Anleitung zum Gebrauch des Mikroskopes*, Leipzig 1841. p. 69.

schuif kan toegehaald worden, terwijl de band, welke daartoe dient, onder door de beide iets boven de plaat uitstekende strookjes *dd* wordt gestoken, en de uiteinden vervolgens vastgestrikt.

Overigens zijn reeds in het tweede Deel bl. 161 en volg., de handelwijzen aangegeven, om, met behulp van glazen en kurken platen, eenige spelden enzv., alle zulke toestellen ontbeerlijk te maken.

465. Om den omloop in de cellen der *Chara*- en *Nitella*-soorten te zien, heeft Varley den in Pl. VIII. fig. 10 afgebeelden *flesch*- of *huishouder* uitgedacht. Deze bestaat uit eene korte buis *abcd* van ongeveer 5 centim. in doormeter en 5 centim. lengte, van binnen, met uitzondering van twee tegen elkander overstaande openingen, geheel met zwart laken bekleed. Onder de onderste opening is eene naauwere buis *e*, welke eene spiraalveer bevat, die van onderen bevestigd is, en van boven tegen een gebogen plaatje drukt. Een jeugdig gedeelte der plant wordt nu gebragt in het cylindrische van eenen wijden mond voorziene fleschje fig. 11, dat met water gevuld is, en, met behulp van een glasstrookje *a* en twee kurken stukjes *b* en *c*, in de nabijheid van den wand geplaatst; daarop wordt het fleschje toegekurkt, en in de buis *abcd* geschoven, waarin het nagenoeg past, en door de spiraalveer vast wordt gehouden, doch zoo dat men het nog gemakkelijk ronddraaijen en verschuiven kan.

Deze kleine toestel kan werkelijk van eenig nut zijn, wanneer men onderzoekingen over den omloop in de cellen der waterplanten, en over hunne ontwikkeling, gedurende eenige dagen wenscht voort te zetten. Hij heeft echter het nadeel, dat men door eene gebogen glasoppervlakte en ge-

volglijk minder scherp ziet; bovendien is hij slechts bij geringe vergrootingen aanwendbaar, omdat het objectief niet digt genoeg bij het voorwerp kan gebragt worden.

Over het algemeen verdient daarom eene andere inrigting, mede van Varley afkomstig, de voorkeur, die echter op hare beurt het gebrek heeft van alleen bij een horizontaal gesteld mikroskoop te kunnen worden gebezigd. Zij is afgebeeld op Pl. IX. fig. 9; *defg* is eene plaat van tamelijk dik glas; hierop worden met een mengsel van pik en was drie glasstrookjes *h*, *i* en *l* bevestigd, en daarop de uit dun glas bestaande dekplaat *mn*, welke smaller dan de plaat *defg* is. Deze laatste kan dan nog, tot meer gemak bij het gebruik, met canadabalsem op eene langere glasplaat *abcd* worden geplakt. Men heeft aldus een naauw glazen bakje, waarin nu het water met de te onderzoeken voorwerpen: chara of andere waterplanten, polypen, larven van waterinsekten enzv., kan worden gebragt (1).

Smith en Beck hebben in dit glasbakje nog eene kleine doch nuttige verandering gemaakt. Zij plaatsen namelijk daarin (z. Pl. IX. fig. 8 in doorsnede) eene glasplaat *ab* in de rigting der diagonaal. Het gevolg hiervan is, dat de voor-

(1) Het zal niet ondienstig zijn hier ter plaatse nog de handelwijze te vermelden, waarvan ik mij gewoonlijk bedien, om vochten in zulke naauwe ruimten te gieten. Daartoe neme men eene glazen strook, van vier of vijf millim. breedte en eene genoegzame lengte, om, wanneer zij op den bodem der holte rust, die men wenscht te vullen, er nog twee of drie centim. boven uit te steken; bovendien moet zij genomen zijn van glas, dat merkelijk dunner is dan de wijdte der holte. Giet men dan met eenige voorzigtigheid het vocht op het buiten de opening uitstekend gedeelte der glazen strook, dan volgt het de oppervlakte hiervan tot aan den bodem der holte, en verdringt allengs de naar boven ontwijkende lucht. Men kan op die wijze zonder moeite ruimten vullen, die niet meer dan drie of twee millim. en zelfs nog minder wijd zijn.

werpen zwaarder dan water zijnde naar beneden zinken, en nu, tusschen de diagonale glasplaat en de dekplaat besloten zijnde, van zelve digt bij de oppervlakte der laatste komen te liggen. Bovendien is deze plaat beweeglijk, en kan men dus de vooraf ingebragte voorwerpen daarmede naar voren brengen, en in die houding bevestigen door middel van kleine stukjes kurk tusschen den bodem van het bakje en de binnenste plaat.

464. Er is geene klasse van mikroskopische werktuigen, waarbij de vindingrijkheid zoowel van gebruikers als van vervaardigers vruchtbaarder geweest is, dan bij die, welke bestemd zijn om de voorwerpen aan eene gelijkmatige drukking te onderwerpen, en deze naar willekeur te matigen of te versterken. Het getal dier drukwerktuigen of *compressoria* is zelfs zoo groot, dat ik den moed niet heb hen allen uitvoerig te beschrijven, en zulks te minder daar zij door de eenvoudige vroeger (z. Dl. II. bl. 156) beschreven handelwijze schier in alle gevallen ontbeerlijk gemaakt worden.

Daar echter op mij als geschiedschrijver de verpligting rust, om in het overzigt van den vroegeren en tegenwoordigen toestand der bij het mikroskopisch onderzoek gebezigde werktuigen ook de zoodanige te vermelden, wier nut aan velen twijfelachtig kan toeschijnen, zoo wil ik hier ook de verschillende drukwerktuigen optellen, welke sedert het laatst der vorige eeuw in gebruik zijn geweest, en grootendeels nog zijn, mij echter bepalende voor eene iets omstandiger beschrijving en afbeelding, bij die, welke in het een of ander opzigt deze uitzondering boven andere schijnen te verdienen.

De opmerking, dat sommige dierlijke deelen, zoo als vet, hersenen, enzv. zich eerst dan duidelijk vertoonen, wanneer

zij tusschen twee glasplaatjes eenigzins zamengeperst zijn, dagteekent reeds van Robert Hooke, en is dus schier zoo oud als het mikroskopisch onderzoek. Later was men ook veelal gewoon in dergelijke gevallen eene ligte drukking uit te oefenen, hetzij alleen door de zwaarte van het dekplaatje of met behulp der hand.

De eerste, die hiervoor een werktuiglijk middel uitdacht, was Goeze, die in 1782 twee drukwerktuigen beschreef (1). Het eerste was zeer eenvoudig, bestaande uit twee glazen schijfjes, waarvan het eene zich bevond op den bodem van een houten kokertje, terwijl het andere daarin meer of minder diep geschoven werd. Het tweede werktuig was zamengesteld er en van koper vervaardigd. De beweegbare glasplaat werd hier, door middel eener schroef, naar de vastliggende bewogen, terwijl beide platen door eene veer van elkander werden verwijderd gehouden.

In 1831 gaf Ehrenberg (2) een tot hetzelfde doel bestemd werktuig aan. Naar zijne aanwijzing vervaardigde Schiek een compressorium, bestaande uit twee geslepen glasplaten, zoodanig in twee van schroefwindingen voorziene ringen gevat, dat zij door de ronddraaijing der schroef al nader en nader tot elkander komen, terwijl hierbij de ronddraaijing van het bovenste glasplaatje verhinderd wordt door twee inkervingen aan den rand, waarin twee kleine stijltjes passen, die aan den ondersten ring bevestigd zijn.

Veel zamengestelder van maaksel, doch overigens op hetzelfde beginsel berustende, is het compressorium in 1834

(1) *Versuch einer Naturgeschichte der Eingeweidewürmer.* 1782.

(2) *Abhandl. d. Berl. Academie* 1831. p. 46. — *Die Infusionsthierchen*, Voorrede p. XVII.

door Purkinje beschreven (1), waaraan later, zoowel door hem als door Valentin (2), nog eenige verbeteringen werden aangebragt. Dat, hetwelk door Savi (3) in 1841 beschreven werd, is eene wijziging van hetzelfde werktuig, zoo als mede het in 1845 door Pacini (4) beschrevene. Dit laatste munt echter in verscheidene opzigten boven het oorspronkelijke Purkinjesche compressorium uit, vooral daardoor dat de glasplaatjes gemakkelijk kunnen verwisseld worden, terwijl hun vorm toelaat er, tijdens het onderzoek van eenig voorwerp, verschillende reagentiën tusschen te laten vloeijen. Ik heb er daarom op Pl. VII fig. 9 eene afbeelding van gegeven.

Het bestaat uit twee ringen (z. fig. 9 *A*), die over elkander schroeven. De buitenste ring *a* is bevestigd op eene schijf *bb* met eene groote opening, welke als grondvlakte voor het werktuig dient. De binnenste ring *a'* is vereenigd met eene andere doorboorde doch kleinere schijf *c*, door welke om te draaijen de binnenste ring, door middel der daarin gesneden schroef, rijst of daalt.

Op de schijf *c* rust eene andere plaat (*d* in *A* en *B*), desgelijks doorboord, welke volstrekt geene draaijende beweging heeft, maar alleen de rijzing of daling volgt door de omschroeving van den ring veroorzaakt. Hiertoe is deze plaat voorzien van twee aanhangsels (*ee B*), welke langs twee zuiltjes *pp* glijden. Twee kleine haaksgewijs omgebo-

---

(1) De omstandige beschrijving en afbeelding is te vinden in Müller's *Archiv.* 1834 p. 385. Purkinje zegt daarin, dat hij dit werktuig reeds acht jaren vroeger in gebruik had gehad.

(2) *Repertorium* III. p. 31.

(3) *Atti del Congresso Scientifico di Firenze* 1841. p. 341.

(4) *Nuovi Annali delle Scienze Naturali di Bologna.* Nov. 1845.

gen strookjes *i i* (in *A*, *B* en *C*) dienen om een der beide glasplaatjes, en wel het onderste (*f* in *C*), vast te houden.

Het bovenste glasplaatje (*g* in *C*) is onbeweeglijk, en wordt gedragen door de beide zuiltjes, op wier bovenvlakte het rust, en daarop bevestigd wordt door de klemschroeven *v v* (*A* en *C*). Door den rand van den ring *c* in de eene of in de andere rigting te doen draaijen, rijst of daalt het onderste glasplaatje, en nadert het langzaam tot of verwijdert zich van het bovenste plaatje.

Beide plaatjes hebben den gewonen langwerpig vierkanten vorm van voorwerpplaatjes, en, daar zij gekruisd over elkander liggen, is het zeer gemakkelijk er eenig vocht capillair tusschen te doen opzuigen.

Behalve de beide grootere zuiltjes, die voor de geleiding der beweging van de schijf *d* dienen, zijn, op gelijken afstand van deze, nog twee andere kleinere zuiltjes *l l* (*A*) geplaatst. Deze zijn alleen bestemd, om als steunpunten te dienen, wanneer men met eene naald of ander werktuig eenige verandering aan het voorwerp wil maken. Ook kunnen zij gebruikt worden ter bevestiging van eenig levend dier, of om de geisoleerde pooleinden eener galvanische batterij te dragen.

Uit deze beschrijving blijkt, dat dit werktuig, behalve als compressorium, ook nog met vrucht tot menig ander doeleinde kan gebruikt worden, en als zoodanig inderdaad tot de nuttige hulpwerktuigen bij het mikroskopisch onderzoek kan gerekend worden te behooren.

Meer of min daarmede overeenkomende, doch bij grootere eenvoudigheid merkelijk minder bruikbaar, is het compressorium van Lister door Smith vervaardigd (1). Hier zijn

(1) Quekett, l. c. p. 121.

beide glasplaten beweeglijk; zij worden tegen elkander aangedrukt door de kracht van twee spiraalveren, loopende om twee zuiltjes, die voor de geleiding dienen eener koperen plaat, drukkende tegen het bovenste glasplaatje, terwijl het onderste, door omdraaijing van eenen ring, welke om een binnenste buisje geschroefd is, naar boven gebragt wordt.

Alle de tot hiertoe genoemde drukwerktuigen komen daarin overeen, dat de beweging, die de drukking moet voortbrengen, geschiedt door de ronddraaijing van eenen ring, welke van eenen schroefdraad voorzien is, in dier voege dat het voorwerp altijd in de as der draaijing ligt.

Anders is het bij eene tweede klasse dezer werktuigen, waarbij de drukkende kracht op eenigen afstand ter zijde van het voorwerp werkt, en waar deze niet door eenen ring, maar door eene dunne mikrometerschroef wordt te weeg gebragt. Het voordeel dezer inrigting bestaat hoofdzakelijk daarin, dat de hand, die de schroef doet omdraaijen, aldus op eenen merkelijk grooteren afstand van het voorwerp en van het objectief verwijderd blijft.

Het eerste compressorium, met zulk eene zijdelingsche schroefbeweging, werd in 1856 door Schiek vervaardigd (1), en is afgebeeld op Pl. VII. fig. 7. Op eene langwerpig vierkante koperen plaat *aa* bevindt zich in het midden een rond glazen schijfje, dat iets boven de oppervlakte uitpuilt. Een tweede schijfje *o* van dunner glas is gevat in eenen ring, welke, tusschen twee regt tegen elkander overstaande spillen *ii*, beweeglijk is opgehangen in eenen beugel, die

(1) Ehrenberg's *Infusionsthierchen*. Voorrede p. XVII.

verbonden is met een hefboompje p, hetwelk zich om eene as bij r draait, en aan zijn ander uiteinde eene schroef q heeft, welke iets schuins is geplaatst, en in het buiten de plaat uitstekend stuk v rondraait. Het is duidelijk, dat men door deze schroef het hefboompje kan doen rijzen en dalen, en daarmede tevens eene meerdere of mindere drukking aan het andere einde uitoefenen, terwijl de wijze, waarop aldaar de ring, met het daarin gevatte glasplaatje, is opgehangen, maakt, dat dit laatste altijd evenwijdig met het onderliggende blijft. Ten einde gemakkelijk een voorwerp op het onderste glasplaatje te kunnen brengen, kan het stuk v, met het daarmede verbonden hefboompje, ter zijde worden gedraaid. — De prijs van dit compressorium is 6 Thl. (*f* 10,56).

Oberhäuser vervaardigt compressoria, die daarmede nagenoeg geheel overeenkomen; alleenlijk is de schroef niet van boven maar van onderen aangebragt. Eene wezenlijke verbetering bestaat echter daarin dat het bovenste glasplaatje zoodanig gevat is, dat het gemakkelijk met een nieuw kan verwisseld worden, wanneer het gebroken of beschadigd is. Op zijne prijscourant is het genoteerd tegen 20 francs (*f* 9,52.)

Dujardin (1) en Amici (2) hebben beide getracht het Schiecksche compressorium te vereenvoudigen, door weglating van den ring met het bovenste dekplaatje, doch zijn daarin niet gelukkig geweest, want de aldus uitgeoefende drukking kan onmogelijk gelijkmatig genoeg op alle punten zijn.

Beter was het denkbeeld van Quatrefages (3), om het zoo in rigten, dat het kan worden omgekeerd, ten einde het voorwerp ook aan de tegenovergestelde zijde te kunnen be-

(1) *Manuel*, p. 36.
(2) Mohl's *Mikrographie*, p. 129.
(3) *l'Institut* 1841, N°. 386.

schouwen. Het is eigenlijk een aldus verbeterd Schiecksch compressorium, hetwelk in fig. 7 is afgebeeld; *nnnn* zijn vier korte regtopstaande stijltjes, waarop het werktuig rust, wanneer men het omgekeerd op de voorwerptafel legt. Oberhäuser vervaardigt zulke compressoria voor 30 francs.

Mede in de hoofdpunten met het Schiecksche overeenkomend is dat van Yeates (1). Dit heeft echter het voordeel eener gemakkelijke verwisseling van dekplaatjes van allerlei dikte. Ook wordt hier de beweging geleid door drie holle zuiltjes op den bovensten ring, waarin drie stijltjes, op den ondersten geplaatst, passen.

Eene meer verschillende zamenstelling heeft het compressorium van Wallach (2). Het bestaat (z. Pl. VII. fig. 11 (3)) uit twee gelijkvormige en even groote koperen platen *a* en *b*; aan het eene einde ongeveer de helft smaller dan aan het andere. In het breedere uiteinde zijn de ronde glasplaten *p* en *q* gevat, in dier voege dat beiden iets beneden de oppervlakte van het koper uitpuilen. Voor de beweging dient eene veer *m* en eene schroef *n*; de eerste drijft de beide platen van elkander af, de tweede dient om hen nader tot elkander te brengen. De beweging wordt geleid door het korte zuiltje *k*, waarvan het dunnere gedeelte in eene opening *i* der bovenste plaat glijdt; bovendien dient hiertoe nog het stijltje *l*, hetwelk past in eene schuins binnenwaarts springende inkerving der bovenplaat. Wordt de schroef hoog genoeg omgedraaid, dan komt de onderste oppervlakte de-

(1) *Microsc. Journ.* 1842. II. p. 44, alwaar het werktuig met zijne verschillende deelen is afgebeeld.

(2) Stilling *und* Wallach, *Bau des Nervensystems* 1843 p. 46.

(3) Deze afbeelding is gemaakt naar een door E. Wenckebach te Amsterdam vervaardigd werktuig.

zer plaat boven den top van het zuiltje *k* en van het stijltje *l*, en zij kan dan ter zijde worden gedraaid.

Wanneer dit compressorium goed vervaardigd is, dan is de daarmede uitgeoefende drukking zeer geregeld en gelijkmatig. Om het echter nog bruikbaarder te maken, zoude het zoodanig moeten worden gewijzigd, dat het dekplaatje gemakkelijk verwisselbaar is.

Behalve de reeds genoemden, hebben nog Bisschoff (1), Maissiat en Thuret (2) eigene tot hetzelfde doel bestemde werktuigen uitgedacht, doch de reeds vermelde zullen voldoende zijn ter regtvaardiging van de woorden in den aanvang dezer paragraaf.

465. Er zijn nog twee werktuigen, welke hier moeten vermeld worden. Het eerste is de *mikroskopische roller*, door Mandl (3) uitgedacht, en bestemd om voorwerpen in het gezigtsveld te doen rollen, ten einde opvolgend hunne verschillende oppervlakten aan het oog aan te bieden, iets dat voor de herkenning van den vorm van vele kleine ligchaampjes, zoo als kristallen, amylumkorrels, bloedschijfjes enzv. inderdaad van gewigt is. Intusschen kan men eene inrigting tot zulk eene werktuiglijke beweging zeer goed missen, daar het in de meeste gevallen voldoende is het dekplaatje met het hecht van een schalpel te verschuiven, terwijl, wanneer tevens eene regeling der drukking gevorderd wordt, de in Dl. II. bl. 157 medegedeelde handelwijze volkomen aan het doel beantwoordt.

---

(1) Strauss Durckheim *Traité d'anat. comp.* I. p. 87.

(2) Vermeld op de prijscourant van Oberhäuser voor den prijs van 35 francs.

(3) *l'Institut* 1838. No. 231.

Het tweede hier bedoelde werktuig is onlangs door Ludwig Fick, hoogleeraar te Marburg, aangegeven (1). Men kan het eenen *mikroskopischen spanner* noemen. Deszelfs maaksel is zeer eenvoudig. *A* en *B* fig. 8 Pl. VII zijn twee koperen plaatjes van de grootte van gewone voorwerpplaatjes. *B* is aan de beide uiteinden *a* en *a* iets dikker dan in het midden; aldaar is eene ronde opening, met eenen regtopstaanden ring *c*. Deze past juist in de opening *d* van het andere plaatje, hetwelk vlak is, maar overigens in grootte met het eerste overeenkomt.

Wil men nu eenig weefsel uitspannen, dan wordt dit gebragt op de opening van den ring *c*, zoodat een gedeelte over den rand hangt. Bedekt men het dan met het tweede plaatje, dan kan men, door dit meer of minder aan te drukken, het weefsel ook meer of minder sterk uitspannen.

Werkelijk moet dit kleine werktuigje als een zeer nuttig hulpmiddel bij het onderzoek van vele dierlijke weefsels beschouwd worden. Het maaksel van verschillende vliezen, van bindweefsel, van elastieke banden enzv. laat zich daardoor beter dan op eenige andere wijze waarnemen, gelijk ik dit uit eigene ondervinding bevestigen kan. Nuttig is het van zulke spanners er meerdere bij de hand te hebben met ringen van verschillenden doormeter, van 5 tot 10 millimeters.

466. Eindelijk ten slotte moeten hier de middelen genoemd worden, welke dienen, om de glazen voorwerpplaten of schuifjes vast te klemmen.

Hartsoeker (verg. bl. 47) was de eerste, die bij het enkelvoudig mikroskoop daartoe twee plaatjes bezigde, welke door eene spiraalveer tegen elkander aan werden gedrukt

(1) Müller's *Archiv für Anat. u. Phys.* 1849. Hft. II. p. 151.

(z. fig. 4. Pl. I). Bonannus (verg. bl. 155) bezigde hetzelfde middel bij het zamengesteld mikroskoop.

Culpeper en Scarlet voegden bij het hunne eenen dergelijken toestel in fig. 7*C* Pl. IV afgebeeld, doch welke naar willekeur in de opening der voorwerptafel geplaatst of daaruit verwijderd kon worden. Een gebrek hierin was het getal van drie stijltjes voor de geleiding der beweeglijke middelste plaat, daar aldus de plaatjes of schuifjes moeijelijker in het midden werden gehouden. Cuff verbeterde dit, en sedert werd deze springveertoestel door Martin, Adams, enzv. hetzij op de in fig. 11*A* Pl. IV afgebeelde wijze vervaardigd, of de beide zijstukken vervangen door vier stijltjes, hetgeen natuurlijk even goed aan het oogmerk voldoet. Op die wijze treft men dezen kleinen toestel nog bij de oudere mikroskopen van Pritchard aan.

Later heeft men echter vrij algemeen aan een ander middel de voorkeur gegeven, hetwelk in den ruweren vorm het eerst door Brander (verg. bl. 151) bij zijne mikroskopen gebruikt werd. Deze namelijk bevestigde op de voorwerptafel eene hoefijzervormige veer, waardoor dan de voorwerpplaten werden vastgeklemd. Dellebarre (z. Pl. V. fig. 2*ppp*) volgde hem hierin na. In lateren tijd heeft men deze inrigting veel verbeterd, door de veer te bevestigen op twee stijltjes, die in twee openingen van de voorwerptafel passen, en hierdoor glijden in twee daaronder geplaatste naauwe buisjes. Ook heeft men, in plaats van den hoefijzervorm, er eene regthoekige gedaante aan gegeven. Deze inrigting komt onder anderen voor bij de mikroskopen van Amici (Pl. VI. fig. 1*uv*), doch werd reeds aangetroffen bij de mikroskopen van Jones (z. Pl. V. fig. 1*mn*), en is sedert bij de engelsche makers algemeen in gebruik gebleven.

Eene nog eenvoudigere, en in zeker opzigt doelmatigere handelwijze is die van Chevalier, die (z. Pl. VI. fig. 5) alleen gebruik maakt van twee veerende strookjes koperblik, elk aan een rond stijltje *p* bevestigd, dat in eene opening der voorwerptafel past, en daarin kan ronddraaijen. Op die wijze kunnen plaatjes van verschillende lengte worvastgeklemd, en de veeren tevens gemakkelijk ter zijde gedraaid of verwijderd worden, wanneer men de voorwerptafel geheel vrij verlangt. Ook Brunner voorziet zijne mikroskopen van eenen dergelijken klemtoestel; desgelijks wordt hij aangetroffen bij de oudere Oberhäusersche, doch niet bij de nieuwere werktuigen van dien maker.

TOESTELLEN TOT WERKTUIGLIJKE BEWEGING DER MIKROSKOPISCHE VOORWERPEN IN HET GEZIGTSVELD.

467. Reeds zeer vroeg hebben sommigen de behoefte gevoeld, om de minder vaste beweging der hand door werktuiglijke middelen te vervangen. De gevorderde rigting der beweging van de voorwerpen in het gezigtsveld is tweederlei, namelijk óf eene regtlijnige óf eene draaijende. Beide worden reeds aangetroffen bij het in 1716 door Hertel vervaardigde en vroeger (bl. 139) beschreven mikroskoop (Pl. IV. fig. 6).

Hierbij was echter alleen gezorgd voor eene regtlijnige beweging in ééne enkele rigting, terwijl, indien een voorwerp bij opvolging al deszelfs deelen in de as van het mikroskoop zal vertoonen, er noodzakelijk eene tweede, welke regthoekig op de eerste werkt, bij gevorderd wordt. Het eerste mikroskoop, waarbij men zulk eene diagonale beweging door middel van twee schroeven aantreft, is dat van den hertog de Chaulness, door hem in 1767 beschreven (1). Deze schroeven dienden tevens als mikrometers, en wij zullen er dus in het volgende hoofdstuk op moeten terugkomen, alsmede op eenen dergelijken toestel van Benjamin Martin, door dezen

(1) *Mémoires de l'academie* 1767 p. 413. — Eene afzonderlijke beschrijving is uitgekomen onder den titel van: *Description d'un microscope et de plusieurs micromètres.* Paris 1768.

eenige jaren later vervaardigd en bij zijn zamengesteld mikroskoop gevoegd.

Ook Tiedemann (1) voorzag zijne werktuigen van eene afzonderlijke door twee schroeven beweegbare voorwerptafel.

Men ziet derhalve, dat reeds lang vóór Frauenhofer, die door velen als den eersten genoemd wordt, die zulks zoude gedaan hebben, de kunstmatige beweging der voorwerpen in gebruik is geweest. Zijne inrigting, alsmede die, waarvan Amici zijne horizontale mikroskopen voorzag, kwamen geheel met de vroegere overeen. Allen bestonden uit eene vierkante slede, welke, door twee om 90° van elkander verwijderde schroeven, in de zwaluwstaartvormige groeven van een daarvoor bestemd raam werd bewogen.

Ook later is deze inrigting nog lang in gebruik gebleven. Eene verbetering is er echter aan gemaakt door Oberhäuser, daarin bestaande, dat de doode gang der schroeven, die, zoo zij ook al niet van den aanvang af aanwezig is, toch allengs bij een veelvuldig gebruik ontstaat, wordt weggenomen door de drukking eener veer, in verband werkende met eenen hefboom. Zijne beweegbare voorwerptafel, welke echter slechts op verlangen bij zijn mikroskoop gevoegd wordt, is afgebeeld op Pl. IX. fig. 12; *aa'* zijn de beide schroeven, welke de plaat *d* in beweging brengen. Deze is rond ter plaatse waar zij tegen de veer *v* en het hefboompje *r* aandrukt, terwijl de daartegenover liggende kanten regthoekig zijn, om in de groeven der stukken *cc'* te kunnen heen en weder glijden.

Het is duidelijk, dat de beweging, behalve door eene schroef, ook door een rondsel geschieden kan. Het laatste is dan ook door Schiek daartoe gebezigd, en de afbeelding in

(1) Krünitz *Encyclopaedie* XC. p. 309.

fig. 10 is voldoende, om de wijze, waarop hij dit doel bereikt heeft, te doen kennen.

Beide soorten van beweging kunnen echter ook vereenigd worden, en dit is op de meest volkomene wijze gedaan door Tyrrell (1). Bij zijne beweegbare voorwerptafel (z. Pl. IX. fig. 11) zijn de beide knoppen *a* en *b*, door welker rondraaijing men de voorwerptafel in alle rigtingen doet bewegen, op dezelfde as geplaatst, zoodat men schier te gelijker tijd beiden met dezelfde hand kan vasthouden. De beweging in de eene rigting geschiedt door eene schroef, in de andere door een rondsel.

Eene laatste handelwijze, waarvan men zich bediend heeft om aan de voorwerpen eene willekeurig langzame beweging mede te deelen, is die door eenen hefboom. Varley heeft in 1841 de voorwerptafel van zijn reeds vroeger (bl. 252) beschreven mikroskoop op die wijze beweeglijk gemaakt. Aan het stuk *b* (z. Pl. IX. fig. 1) is de achterzijde van de voorwerptafel bij *g* bevestigd; hier ontspringt de arm *r*, welke, in verband met twee andere kortere armen *q q* tot steunpunt dient voor den hefboom *s*, waaraan twee bollen bevestigd zijn, waarvan de onderste werkt tusschen twee platen bij *p*, en de bovenste tusschen twee andere bij *t*. Met de bovenste dezer laatsten is de plaat *h*, welke de voorwerpplaat *ij* draagt, verbonden.

De hefboom daalt tot nabij genoeg aan de tafel, waarop het mikroskoop staat, om de hand in staat te stellen, terwijl deze daarop rust, hem in iedere rigting te bewegen, ten gevolge waarvan dan de voorwerpplaat eene geringere beweging ondergaat, bedragende bij het hier beschreven werktuig $\frac{1}{6}$ van die des

(1) *Transactions of the Society of Arts.* XLIX.

heftbooms. Opdat beide kanten van de plaat *h* zich gelijktijdig zouden bewegen, is er eene evenwijdige beweging bijgevoegd, waarvan een der staven in *w* wordt gezien. Naar welke zijde ook zich de bollen bewegen, de plaat *h* gehoorzaamt hunne bewegingen, en, volgens Varley, kan men daarmede zonder moeite dieren, die zich snel bewegen, zoo als infusoriën, in het gezigtsveld houden.

Op hetzelfde grondbeginsel steunt ook de in 1845 door Afred White (1) beschreven beweegbare voorwerptafel Zij is in fig. 5 Pl. VIII voorgesteld, gevoegd aan een mikroskoop van Smith. Deze voorwerptafel bestaat uit drie platen, waarvan de onderste vast staat, terwijl de beide andere voorzien zijn van zwaluwstaartvormige lijsten en groeven, in dier voege dat beide platen óf ieder afzonderlijk óf te zamen kunnen bewogen worden door den hefboom *o*. Deze is vijf duimen lang, en van boven met metaal bezwaard, ten einde op te wegen tegen het gewigt der voorwerptafel. Aan zijn benedeneinde is hij voorzien van eenen bol, passende in eene komvormige holte *i* aan de bovenplaat; ongeveer een duim hooger bevindt zich een andere bol, werkende in eene holte *p* in eenen kleinen arm, die verbonden is met den stam van het mikroskoop *l*. De zwaluwstaartvormige lijsten van de middelste plaat loopen horizontaal, die der bovenste plaat vertikaal; wanneer derhalve de hefboom *o* bewogen wordt, hetzij naar of van den stam *l*, dan zullen beide platen zich in tegenovergestelde rigtingen bewegen, doch indien de hefboom in eene lijn wordt bewogen, die evenwijdig is met den kant van den stam, dan wordt de beweging alleen aan de bovenste plaat medegedeeld.

---

(1) *Transactions of the microscopical Society.* I.

Het is blijkbaar, dat, zoowel bij deze inrigting als bij die van Varley, de beweging der hand in dezelfde rigting moet geschieden als die van het voorwerp, dewijl het zamengesteld mikroskoop het beeld omkeert, en door de werking des hefbooms de bewegingen mede eene omkeering ondergaan.

Men moet erkennen, dat deze hefboomtoestellen zeer vernuftig zijn uitgedacht, en het lijdt geen twijfel, of zij munten boven die, waarin de beweging door schroeven of raderen geschiedt, uit, door de gemakkelijkheid, waarmede de grootste verscheidenheid in de beweging wordt bereikt. Zij moeten daarvoor echter onderdoen in het vertragen der beweging, en gevolglijk in de juistheid, waarmede eenig voorwerp in een bepaald punt van het gezigtsveld kan worden gebragt. Bij de beide beschreven werktuigen staat de snelheid van het voorwerp tot die van de hand, welke den hefboom in beweging brengt, als 1 : 6 en als 1 : 4. Het is mogelijk dat de toestel zoo zoude kunnen gewijzigd worden, dat de verhouding nog iets gunstiger wordt, doch zij zal nimmer kunnen wedijveren met eene schroefbeweging, waardoor de vertraging schier onbeperkt is. Eene schroef b. v., met 10 windingen op eenen centimeter lengte, en eenen knop van twee centimeters in doormeter, zal bij eene geheele omdraaijing, waarbij derhalve de draaijende vingers ongeveer 63 millimeters doorloopen, slechts eenen weg van 1 millimeter afleggen.

Voor de weinige gevallen dus, waar eene werktuiglijke beweging der voorwerpen inderdaad gevorderd wordt, zoo als bij het gebruik van den oculair-schroefmikrometer, en tot het brengen van het hoekpunt van een der hoeken van een kristal in het kruispunt der draden van eenen goniometer, verdient de schroef altijd de voorkeur, terwijl voor de een-

voudige waarneming, waarbij opvolgend verschillende gedeelten van het voorwerp in het gezigtsveld moeten worden gebragt, de geoefende vingers inderdaad verreweg de beste hefboomen zijn.

468. De tweede bovengenoemde bewegingswijze der voorwerpplaat is die om hare as. Reeds zagen wij, dat Hertel in 1716 de tafel van zijn mikroskoop door middel van een raderwerk draaijende had gemaakt. Eerst vele jaren later, namelijk in 1777 volgde hem Benjamin Martin hierin na, door bij zijn zamengesteld mikroskoop eene afzonderlijke vierkante plaat (z. Pl. IV. fig. 11 *C*) te voegen, welke met de korte buis *p* in de voorwerptafel past, en waarin eene getande schijf is bevat, die door een kleiner ter zijde geplaatst rad wordt rondgedraaid, waarvan de knop bij *k* gezien wordt. De getande schijf heeft eene ronde opening bij *a b*, waarin eene kegelvormig toeloopende bus past, die, op de wijze van een dierdoosje, een hol glas op den bodem heeft, en gesloten wordt door den daarin schroevenden ring *n*, voorzien van eene platte glazen schijf. De voorwerpen kunnen derhalve zoowel tusschen de beide glazen als op de oppervlakte van het bovenste gelegd worden.

Het schijnt echter niet, dat in dien tijd de draaijende voorwerptafel veel bijval heeft gevonden. Men treft haar althans bij geene latere mikroskopen aan, totdat Strauss Durckheim (1) er zijn enkelvoudig mikroskoop van deed voorzien. Trécourt en Oberhäuser vatten dit denkbeeld op, doch met eene niet onbelangrijke wijziging. De draaijende voorwerptafel (*platine à tourbillon*), waarvan

(1) *Traité pratique* I. p. 74.

hunne grootere mikroskopen voorzien zijn, dient namelijk niet tot ronddraaijing van het voorwerp alleen, maar van het geheele mikroskoop, met uitzondering des spiegels. Het hoofddoel hierbij is dan ook niet de eigenlijke beweging, maar wel de verandering der verlichting, ten gevolge der verschillende wijze, waarop de stralen het voorwerp, gedurende de ronddraaijing, treffen.

Bij de mikroskopen van Brunner en van Pacini (verg. bl. 199 en 214) daarentegen, is het alleen de voorwerpplaat welke draait, omdat deze hier bestemd is, om als goniometer te dienen. Ook de engelsche makers (Ross, Powell, Smith) voorzien hunne mikroskopen van zulk eene draaijende voorwerpplaat. Tot voor korten tijd waren zij gewoon deze te plaatsen boven de plaat, die voor de diagonale beweging van het voorwerp dient, waarvan het gevolg is, dat bij de ronddraaijing het voorwerp doorgaans weldra uit het gezigtsveld raakt, zoodra de as der draaijende plaat niet naauwkeurig zamenvalt met die van het mikroskoop. Hierin is door Legg (1) op eene eenvoudige wijze voorzien; hij heeft namelijk de ronddraaijende plaat onmiddelijk boven de grondplaat van de voorwerptafel en onder de diagonaal beweeglijke plaat gebragt, zoodat de draaijingsas steeds met de mikroskoopas blijft zamenvallen.

(1) Quekett, l. c. p. 451.

469. Het kon wel niet anders, of men moest reeds vroegtijdig bedacht zijn op middelen, om de ware grootte te leeren kennen der voorwerpen, welke men door het mikroskoop waarnam.

De eerste, die eene daartoe strekkende handelwijze aangaf, was Robert Hooke, die in de voorrede zijner in 1665 verschenen *Micrographia* mededeelt: hoe men, door met het eene oog door het mikroskoop naar het voorwerp, en met het andere naar eenen verdeelden maatstok te zien, de grootte van het beeld kan meten, terwijl men dan, de vergrooting van het mikroskoop kennende, daaruit gemakkelijk de grootte van het voorwerp berekenen kan.

Deze handelwijze is derhalve niet anders dan het dubbelzien, waarbij ik echter nog moet doen opmerken, dat reeds in 1611 Keppler (1) op gelijke manier geleerd had het vergrootend vermogen van den verrekijker te bepalen. Dat zij, onder zekere voorwaarden, tot zeer juiste uitkomsten kan leiden, is vroeger (Dl. II. bl. 515) aangetoond. Zij kon dit echter in de handen van Hooke niet, omdat hem

(1) *Dioptrice*, p. 45.

de middelen ontbraken tot de naauwkeurige kennis der vergrooting van zijn mikroskoop.

470. Nog gebrekkiger echter was de handelwijze van Leeuwenhoek, daar deze tot maateenheid voorwerpen koos, die onderling zeer in grootte verschillen, en dan volgens schatting berekende hoe veel malen eenig door het mikroskoop gezien voorwerp in die maateenheid begrepen was. Een zijner geliefdkoosde maateenheden was een korrel grof zand. De wijze, hoe hij daarnaar de grootte der voorwerpen berekende, verklaart hij uitvoerig in eenen in 1680 aan R. Hooke geschreven brief (1), en heldert het met eene afbeelding en voorbeelden op, zonder er echter bij te voegen het hoeveelste gedeelte eener gebruikelijke maat de door hem bedoelde zandkorrel uitmaakte. Bij eene andere gelegenheid in eenen later (1684) geschreven brief (2), zegt hij: eenen zandkorrel gebruikt te hebben, welks middellijn zeer nabij $\frac{1}{30}$ van een duim was. Het blijkt echter nergens, dat Leeuwenhoek deze grootte steeds als de normale beschouwde, en over het geheel is het duidelijk, dat hij, door zijne vergelijking bij eenen zandkorrel, alleen bedoelde eene eenigermate aanschouwelijke voorstelling te geven van de kleinheid der door het mikroskoop waargenomen voorwerpen. Ook heeft hij in lateren tijd zelf ingezien, hoe onbepaald zijne maateenheid was, en uit dien hoofde voor zandkorrels de voorkeur gegeven aan gierst- of mosterdzaad-korrels (3). Behalve deze was

(1) *Ondervindingen en beschouwingen*, Delft 1694, p. 56.

(2) *Ontledingen en ontdekkingen*, Leiden 1698. p. 37. 42ste *Miss. aan de Koninklijke Societeit.*

(3) » Ik hebbe voor desen geseyt, dat ik soodanige klene diertjes in het water sag swemmen, dat se met haar duisent millioenen in groote

Leeuwenhoek bovendien ook gewoon nog andere voorwerpen tot hetzelfde einde te bezigen, vooral hoofdhaar en bloedschijfjes, gelijk uit verscheidene plaatsen zijner brieven blijkt (1).

Wanneer men bedenkt hoe uiterst gebrekkig de handelwijze van Leeuwenhoek was, dan kan men niet nalaten zich te verwonderen over de mate van naauwkeurigheid, die sommige zijner bepalingen werkelijk bezitten, iets hetgeen men alleen verklaren kan, door de juistheid van een oog, dat door eene jaren lange oefening eene zekerheid in het bepalen van maten verkregen had, welke een minder geoefend waarnemer geheel moet missen. Zoo bepaalt hij (2) den doormeter van een bloedligchaampje gemiddeld op dien van een $\frac{1}{100}$ van eenen zandkorrel, d. i., deze $\frac{1}{30}$ duim in doormeter hebbende, dus $\frac{1}{3000}$ duim, en werkelijk komt deze bepaling zeer na overeen met de gemiddelde grootte der bloedligchaampjes, zoo als deze tegenwoordig met onze naauwkeurige hulpmiddelen gevonden wordt.

471. Een tijdgenoot der laatste levensjaren van Leeuwenhoek, James Jurin (3), bedacht eene zeer vernuftige handelwijze, om den doormeter der door het mikroskoop waargenomen ligchaampjes, op eene meer naauwkeurige wijze, in gewoonlijk gebruikte maat uit te drukken.

---

geen grof sand souden uytmaken. Maar alsoo der tussen de grove sanden een groot onderscheyt in groote is; soo wil ik liever seggen de groote van een geerst-greyntje, mostertsaatje, enzv. *Sendbrieven*, Delft 1718. p. 404. *Missive* van 26 Aug. 1717 aan Boerhaave.

(1) Zie onder anderen: *Ontledingen en ontdekkingen*, 35ste *Miss.* p. 18. *Onderv. en beschouw.* 40ste *Miss.* p. 27.

(2) *Ontl. en ontdekk.* 42ste *Miss.* p. 32.

(3) *Dissertations upon Physico-Mathematical Subjects* 1732. p. 45.

Hij wond zeer fijn zilverdraad zoo digt, dat er geenerlei tusschenruimte overbleef, waarvan hij zich door een vergrootglas overtuigde. Door vervolgens een zeker getal der omwindingen met eenen passer te meten, en de gevonden maat door hun aantal te deelen, verkreeg hij de dikte van het gebruikte zilverdraad. Dit werd dan in kleine stukjes geknipt, en deze, te gelijk met het te meten voorwerp, in het veld van het mikroskoop gebragt. Hij bevond op deze wijze, dat het door hem gebezigde draad $\frac{1}{485}$ duim dik was, en dat, 4 bloedligchaampjes de breedte daarvan beslaande, elk bloedligchaampje eenen doormeter van $\frac{1}{1940}$ duim bezat, eene bepaling, die echter veel meer van de ware gemiddelde grootte afwijkt, dan die van Leeuwenhoek.

472. Intusschen waren zelfs reeds in dien tijd betere middelen aangewezen.

Bij de verrekijkers had men, sedert het midden der 16de eeuw, gebruik gemaakt van verschillende soorten van mikrometers, waarvan de eerste uitvinding van 1640 dagteekent, en toekomt aan Gascoigne, een Engelsch edelman, die, tijdens den burgeroorlog, welke zijn vaderland verontrustte, in den slag bij Marston-Moore sneuvelde. Hij bevestigde twee draden in het brandpunt van het oculair, waarvan de eene vast stond, en de andere, door middel eener schroef, heen en weder bewogen werd (1).

In 1710, derhalve nog tijdens het leven, zoowel van Leeuwenhoek als van Jurin, verscheen eene kleine thans zeldzaam geworden verhandeling over mikrome-

(1) Dit is eerst lang na zijnen dood bekend geworden, toen Derham in het bezit kwam van het handschrift van Gascoigne. *Phil. transact.* 1717. p. 603.

ters (2), geschreven door Theodorus Balthasaris, hoogleeraar te Erlangen, waarin deze, na uitvoerig gehandeld te hebben over de verschillende toen gebruikelijke soorten van astronomische mikrometers, dezelfde ook als geschikt aanprees, om tot de bepaling der grootte van mikroskopische voorwerpen te dienen, en daartoe zeer doelmatige en ook thans nog bruikbare voorschriften gaf.

Als eigenlijke mikrometer gaf hij de voorkeur aan eenen schroefmikrometer, geplaatst in het brandpunt van het ooglas; hij beschrijft daarvan verschillende soorten, terwijl hij, tot het teekenen van door het mikroskoop waargenomen voorwerpen, een net aanprijst, uit paardenharen zamengesteld, en mede in het brandpunt van het oculair geplaatst.

De eerste, die dezen voorslag bij het mikroskoop in uitvoering bragt, was Hertel (2), van wiens in 1716 be-

---

(1) *Micrometria, hoc est de micrometrorum tubis opticis, seu Telescopiis et Microscopiis applicandorum varia structura et usu.* Cristian-Erlangae 1710. Het 10de hoofdstuk p. 115—120 handelt over de aanwending der net- en schroefmikrometers bij mikroskopen. Aldaar leest men onder anderen, p. 115: » .... *restat adhuc alius usus horum instrumentorum haud flocci pendendus, quamvis, quod sciam, nemo de eo mentionem fecit. Microscopia scilicet etiam, quibus intuemur corpuscula parva, Micrometra admittunt,* » .... — p. 120:" *quod si vero accuratior mensura objecti desideretur, utendum erit Micrometro aliquo cochleato, qualia plurima Cap. III citato exhibuimus. Quando vero aliquod Micrometrum ita applicatum est, ut una cum objecto videndo et mensurando distinctae apparcant pinnulae, distantia vitrorum est accurate annotanda, et in plano objectivo lincola ducenda ea longitudine, ut tota uno obtectu per Microscopium apparcat, v. g.* $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$ *aut* $\frac{1}{30}$ *etc. unius pollicis vulgaris. Diducendae postea, circumgyrando cochleam, eo usque sunt pinnulae, ut extremitatibus istius lincolae exacte congruant, quo impetrato videndum, quot particulis Micrometri pinnulae a se invicem distant, et lincolae longitudini respondeant; hic enim particularum numerus posthinc erit instar normae, juxta quam alia objecta mensuranda sunt.*"

(2) Hertel, *Anweisung* p. 160. *Vollst. Lehrgeb.* p. 443.

schreven mikroskoop reeds meermalen (bl. 159) melding is gemaakt.

Hij bragt onder het oculair een paardenharen net, uit 100 vierkante ruiten bestaande (z. Pl. IV. fig. 6 *B*), en vervaardigde tevens eenen schroefmikrometer, welke zeer eenvoudig was, en in de hoofdzaak overeenkwam met een der door Balthasaris beschreven astronomische mikrometers.

Deze bestond uit eenen koperen ring (z. Pl. IV. fig. 6 *A*), aan weerszijden van twee beugeltjes voorzien, door welke, en tevens door de tegen elkander overgestelde punten van den ring zelven, zich twee schroeven *a* en *b* bewogen, die zich in het midden van den ring ontmoetten, nagenoeg op eene dergelijke wijze als thans in het *oculaire à vis de rappel* geschiedt. Deze ring werd in het brandpunt van het oculair geplaatst. De buiten den ring uitstekende einden der schroeven waren van platte handvatsels of knoppen voorzien, en bij het gebruik werden de $\frac{1}{4}$ omgangen geteld.

Ter bepaling der grootte van elken omgang, bediende zich Hertel van de volgende handelwijze. De beide schroeven werden zoover van elkander verwijderd, dat hunne uiteinden den rand van het gezigtsveld raakten. Daarop werd hun schijnbare afstand, of de grootte van het gezigtsveld, door eenen ter zijde van het mikroskoop gehouden passer gemeten, en desgelijks de werkelijke afstand der beide schroefeinden door regtstreeksche meting. Vervolgens werd het getal windingen, in deze ruimte bevat, geteld, en nu uit deze gegevens de waarde van elk vierde gedeelte van eenen schroefomgang berekend, welke bij het werktuig van Hertel $\frac{1}{1\,0\,8\,0}$ R. duim bedroeg.

Eenige jaren later kwamen de oculair-mikrometers meer algemeen in gebruik, inzonderheid door Benjamin Mar-

tin (1). Deze was de eerste, die ook op het denkbeeld kwam, om de draad- of haarnetten te vervangen door streepen, die met eenen diamant op glas getrokken werden. Zijne aldus vervaardigde glasmikrometers hadden eene verdeeling van een duim in 40 deelen. De schroefmikrometer van Martin was, even als die van Hertel, een oculairmikrometer, maar op eene andere wijze ingerigt, en overtrof dezen door eene grootere naauwkeurigheid der daarmede verrigte metingen. Hij bestond uit eene enkele schroef, waarvan 50 windingen een duim lengte hadden. Dat gedeelte der schroef, hetwelk zich in het veld van het mikroskoop tusschen de beide oogglazen bevond, eindigde in eene fijne spits, terwijl het andere uiteinde, dat buiten de buis des mikroskoops uitstak, van eenen wijzer voorzien was, welke zich langs eene wijzerplaat bewoog, die in 10 en deze elk weder in 2 deelen verdeeld was (z. Pl. IV. fig. 10). Elke verdeeling gaf derhalven onmiddelijk $\frac{1}{1000}$ duim aan, doch, daar niet het voorwerp maar het vergroote beeld gemeten werd, zoo beantwoordden de verdeelingen werkelijk aan eene veel geringere grootte, welke vooraf door berekening gevonden moest worden. Volgens Martin zelven kon de doormeter der voorwerpen door middel van dezen schroefmikrometer gemakkelijk tot in 10000ste deelen van den duim worden uitgedrukt.

Weinig tijds later voorzag ook Adams (2) zijn mikroskoop van eenen dergelijken schroefmikrometer, en noemde dezen *naaldmikrometer*. Hij kwam in de hoofdpunten overeen met dien van Martin; echter waren er twee ver-

(1) *Description and use of a pocket reflecting Microscope with a mikrometer.* 1739. — *New System of Optics.* 1740. p. 277.

(2) *Micrographia illustrata.* 1746.

beteringen aangebragt. Vooreerst was hij niet vast bevestigd aan de buis van het mikroskoop, maar kon (z. Pl. X. fig. 18), door middel van den beugel *aaa* en de schroef *b* daaraan worden vastgehecht, tijdens men er zich van wilde bedienen. Belangrijker echter was de tweede verbetering, daarin bestaande, dat iedere geheele omwenteling der schroef *mn* werd aangewezen, dewijl deze zich bewoog door een langwerpig vierkant raam *cdef*, waarop eene verdeeling was ingesneden, waarvan iedere tusschenruimte beantwoordde aan eene geheele omdraaijing der verdeelde schijf *p*. Om den voortgang der schroef te meten diende het stuk *v*, waarop een streepje als aanwijzer diende. Intusschen moet men erkennen, dat deze verbeteringen geenszins groot genoeg zijn, om de eer der uitvinding van dezen mikrometer alleen aan Adams toe te kennen, gelijk diens zoon later deed (1). Zelfs het getal der schroefwindingen en de verdeeling der wijzerplaat was volkomen dezelfde, als die in het vroegere werktuig van Martin.

Eenige jaren later voegde ook Brander (2) eenen geheel daarmede overeenkomenden schroefmikrometer bij zijn mikroskoop. Maar zijne glasmikrometers overtroffen daarentegen die van Martin in fijnheid van verdeeling, zijnde daarop ruitjes getrokken van $\frac{1}{10}$ lijn in het vierkant; derhalve is de duim in 100 deelen verdeeld, dat is $2\frac{1}{2}$ maal meer dan op den Martinschen glasmikrometer. Het onderzoek van zulk eenen mikrometer van Brander leverde de volgende uitkomsten op, welke aantoonen, dat hij het in de kunst van fijne verdeelingen op glas te trekken inderdaad, voor zijnen

(1) *Essays on the Microscope*, 1798. p. 54.

(2) *Beschreibung zweijer zusammengesetzten Microscope*, 1769. p. 34.

tijd, reeds tamelijk ver had gebragt. De dikte der door den diamant getrokken streepen bedraagt 0,002 tot 0,003 millim., terwijl van tien gemeten ruitjes, het grootste 0,230 en het kleinste 0,209 millim. in doormeter is, derhalve een verschil opleverende van ongeveer $\frac{1}{10}$.

In hetzelfde jaar als het boekje van Brander verscheen ook de beschrijving van het mikroskoop van den hertog de Chaulness. Deze vervaardigde nog merkelijk fijnere verdeelingen, namelijk van den duim in 240 deelen, doch deze waren niet op glas, maar op koper gesneden.

Nog nadat de glasmikrometers reeds tamelijk algemeen bekend waren, gingen echter sommigen voort in het bezigen van netmikrometers, waarschijnlijk om de meerdere duidelijkheid, waarmede zich metaaldraden of haren, dan met eenen diamant op glas getrokken lijnen vertoonen. Bij Baker (1) kan men de beschrijving vinden van eenen zilverdraadmikrometer, welks ruitvormige mazen $\frac{1}{50}$ duim wijd waren, terwijl het zilverdraad niet meer dan $\frac{1}{700}$ duim dik was. Deze was door Folkes vervaardigd, terwijl Baker zelf zich van eenen dergelijken bediende, dien hij uit hoofdhaar had zamengesteld, en Hollmann (2) de mazen van een in het oculair gebragt stukje zijden doek tot hetzelfde oogmerk aanwendde.

Behalve de verdeelingen op glas gebruikte men ook mikrometers van ivoor en van hoorn, doch men zag spoedig van hunne vervaardiging af, omdat deze zelfstandigheden zich te gereedelijk uitzetten of inkrimpen, naar gelang van den vochtigheidstoestand der lucht.

---

(1) *Employment for the Microscope*, 1753. — Holl. vert. p. 444.
(2) *Philos. transact.* 1745. p. 246.

Cavallo (1) bragt daarvoor een plaatje parelmoer in gebruik, hetwelk dun genoeg kan gemaakt worden, om doorschijnend te zijn, en waarop, met meerder gemak dan op glas, zeer scherpe dunne lijnen kunnen worden getrokken. Weldra vervaardigde men nu parelmoer-mikrometers, waarop de verdeelingen tusschenruimten van $\frac{1}{200}$ duim bezaten (2). Doch allengs werden de verdeelwerktuigen zeer verbeterd, zoodat het mogelijk werd veel fijnere verdeelingen uit te voeren, en reeds op het einde der 18de eeuw gelukte het Coventry (3) glasmikrometers daar te stellen, welker kleinste verdeelingen $\frac{1}{1000}$ Eng. duim (ongeveer $\frac{1}{400}$ millim.) bedroegen.

Later muntten in Engeland Barton, Ramsden en Dollond uit in het vervaardigen van zulke fijn verdeelde glasmikrometers, terwijl in Duitschland Frauenhofer te München zich beroemd maakte, door de vervaardiging van hoogst fijne verdeelingen op glas, waarvan hij zich bij zijne onderzoekingen over de lichtbuiging bediende. Het werktuig, hetwelk hij daartoe aanwendde, was zoo ingerigt, dat er 32000 streepjes op eenen Par. duim mede konden getrokken worden. Het schijnt echter niet, dat hij zulke fijne verdeelingen werkelijk heeft uitgevoerd, daar in het fijnste net, waarvan hij zich bij zijne proeven bediende, de onderlinge afstand der streepjes 0,0001225 duim (ongeveer $\frac{1}{300}$ millim.) bedroeg (4).

Ook vervaardigde, omstreeks denzelfden tijd, Hoffmann

---

(1) *Philos. transact.* 1791.
(2) Adams, *Essays* p. 60.
(3) *Encyclopaedia Brittannica*, 6de ed. p. 805.
(4) Gilbert's *Annalen*, 1823. XIV. p. 317.

te Leipzig glasmikrometers, waarop de fijnste verdeelingen $\frac{1}{3000}$ duim groot waren (1).

In lateren tijd heeft men deze fijnheid der verdeeling nog merkelijk verder gedreven. Lebaillif te Parijs stelde het eerst glasmikrometers daar, waarop de millimeter in 500 deelen verdeeld is (2), waarin hij vervolgens ook, door Chevalier, Oberhäuser en anderen, is nagevolgd; doch niemand heeft het in deze kunst verder gebragt dan Nobert te Greisswald, van wiens proefplaatje ik in den loop van dit werk reeds meermalen melding heb gemaakt, en hetwelk inderdaad een der merkwaardigste voortbrengselen der hedendaagsche werktuigkunde mag genoemd worden.

Een naauwkeurig onderzoek van zulk een proefplaatje met eenen oculair-schroefmikrometer, waarvan elke verdeeling der wijzerplaat bij de gebezigde vergrooting gelijk is aan 0,000051 millim., leerde het volgende.

De lengte der tot tien groepen vereenigde lijnen, bedraagt ongeveer 4 millim.; de breedte dezer groepen en van de vrije ruimten, die hen van elkander afscheiden, is nagenoeg gelijk. Bij het meten van de breedte der groepen op het eene en op het andere uiteinde, blijkt dat er een klein verschil bestaat, hetgeen daaraan moet worden toegeschreven, dat Nobert, tot vervaardiging dier proefplaatjes, gebruik maakt van een cirkelverdeelwerktuig. De eerste groep heeft op het breedste uiteinde eenen doormeter van 0,0199 millim., op het smalste eenen van 0,0196 millim. Dit kleine verschil van 0,0003 millim. heeft, wel is waar, schier geenen noemenswaardigen invloed, daar het zich over alle de streepjes, die eene groep zamenstellen, verdeelt, doch er blijkt toch

(1) Gilbert's *Annalen*, XIV. p. 440.
(2) Chevalier, l. c. p. 83.

uit, dat men zekerheidshalve wel doet, met telkens een bepaald gedeelte, b. v. het midden der groepen, bij vergelijkende beproeving van mikroskopen te gebruiken.

De doormeter van dit middengedeelte en het getal der lijnen bedragen voor de eerste vijf groepen:

N°. 1	0,01975	millim.	10	lijnen óf	9	tusschenruimten.
» 2	0,01941	»	11	» »	10	»
» 3	0,01958	»	13	» »	12	»
» 4	0,01846	»	14	» »	13	»
» 5	0,01851	»	16	» »	15	»

In de volgende groepen gelukte het mij niet de streepen met die zekerheid te tellen, welke hier gevorderd wordt.

Berekent men nu uit de door Nobert zelven aangegeven afstanden de breedte der groepen, dan vindt men:

			Verschil.	
N°. 1	0,02030	millim.	+ 0,00055	millim.
» 2	0,01957	»	— 0,00004	»
» 3	0,01995	»	+ 0,00025	»
» 4	0,01851	»	+ 0,00005	»
» 5	0,01851	»	0,00000	»

Er is derhalve, tusschen de door mij verkregen uitkomsten en Nobert's opgaven, eenig verschil, waarvan ik den grond niet weet aan te geven, daar het dan eens positief en dan eens negatief is, doch in elk geval gering is te achten, alleen met uitzondering der eerste groep, waar het ruim $\frac{1}{2000}$ millim. bedraagt.

In het volgende tafeltje vindt men in de beide eerste kolommen de afstanden der lijnen in de groepen, volgens Nobert, alleen met herleiding der deelen van de Par. lijn tot die des millimeters; in de beide andere die, welke door mij, uit mijne metingen aan het eerste vijftal verrigt, zijn afgeleid.

			Getal lijnen in één millimeter.		Getal lijnen in één millimeter.
N°.	1	0,002256 *mm.*	445	0,002193 *mm.*	456.
»	2	0,001937 »	516	0,001941 »	515.
»	3	0,001661 »	602	0,001632 »	613.
»	4	0,001424 »	702	0,001420 »	704.
»	5	0,001221 »	819	0,001221 »	819.
»	6	0,001046 »	956		
»	7	0,000897 »	1115		
»	8	0,000768 »	1302		
»	9	0,000660 »	1515		
»	10	0,000509 »	1964		

In de negende groep, welke de laatste is, die nog door de mij ten dienste staande mikroskopen bij daglicht behoorlijk in de haar zamenstellende streepjes kan worden opgelost, zijn deze even scherp en zuiver getrokken als in de eerste; alleenlijk worden de lijntjes dunner, naar gelang de afstanden geringer zijn; en wanneer men nu bedenkt, dat nog altijd een gedeelte der ruimten door de streepjes zelven wordt ingenomen, zoodat de ware onderlinge afstanden nog merkelijk geringer zijn, en in de kleinste verdeelingen niet veel meer dan de helft van de opgegeven grootte kunnen bedragen, dan moet men inderdaad verbaasd staan over eene kunst, die, in fijnheid en keurige netheid, de natuur in de moeijelijkste proefvoorwerpen op zijde streeft, ja schier overtreft. (1)

---

(1) Vergelijk Dl. I. p. 396. Om de moeijelijkheid van zulke fijne verdeelingen nog beter te doen uitkomen, zal het niet ongepast zijn, hier de getuigenis van eenen bevoegden beoordeelaar, namelijk Frauenhofer, in te roepen. Na gezegd te hebben (Gilbert's *Ann.* XIV. p. 348 noot) dat het hem nog niet gelukt was lijntjes op glas te trekken, op zulke

Uit het bovenstaande tafeltje blijkt, dat, terwijl in de eerste groepen eene vrij geregeld toenemende verkleining van den onderlingen afstand der lijntjes in de elkander opvolgende groepen bestaat, er daarentegen tusschen de 9de en 10de groep een merkelijk grooter verschil is. Nobert zelf schijnt dit te hebben ingezien, maar heeft daarbij gelegenheid gevonden, om nog sterkere bewijzen te geven van zijne kunst in het daarstellen van fijne verdeelingen op glas. Hij vervaardigde in den aanvang van het vorige jaar (1) proefplaatjes met twaalf groepen van lijnen, en op het laatst van hetzelfde jaar andere met vijftien groepen. Warren de la Rue (2) heeft eene beschrijving gegeven van een dier laatste proefplaatjes, en de onderlinge afstanden der lijnen in de verschillende groepen in onderdeelen van den Eng. duim medegedeeld. Hieruit blijkt, dat daarin, volgens Nobert, bevat zijn:

	in één millimeter.			in één millimeter.	
N°. 1	445	lijnen.	N°. 9	1478	lijnen.
» 2	514	»	» 10	1612	»
» 3	607	»	» 11	1692	»
» 4	715	»	» 12	1772	»
» 5	806	»	» 13	1875	»
» 6	924	»	» 14	1969	»
» 7	1108	»	» 15	2216	»
» 8	1267	»			

Uit de vergelijking met de vorige opgave volgt, dat de

---

geringe afstanden, dat er 32000 op eenen Par. duim (d. i. 1171 op eenen millimeter) gaan, laat hij er op volgen: » *und es möchte auch für Menschen-Hände, welcher Maschine man sich auch bedienen mag, nicht wohl möglich seyn.*"

(1) Z. Schumacher's *Astron. Nachr. Ergänzungsheft* 1849. V. p. 93.

(2) *American Journal.* Januarij 1850. p. 27.

gelijknamige groepen op de ondere en op de nieuwere Nobertsche proefplaatjes geenszins gelijk zijn, iets, dat bij de mededeeling der uitkomsten van eene daarmede in het werk gestelde beproeving van eenig mikroskoop wél moet in het oog worden gehouden. In de negen eerste groepen is het verschil niet zeer aanmerkelijk, maar de 10de groep der ondere plaatjes beantwoordt ongeveer aan de 14de der nieuweren (1), terwijl de 15de groep van deze fijner verdeeld is. Nobert heeft echter getoond, dat hiermede de kunst nog geenszins den uitersten grens heeft bereikt, want, behalve deze vijftien groepen, heeft hij op hetzelfde proefplaatje nog eene afzonderlijk staande groep van lijnen getrokken, wier onderlinge afstand slechts $\frac{1}{4433}$ millim. bedraagt, d. i. de helft van die in de vijftiende groep, en bovendien nog eenige andere groepen, waarin de lijntjes elkander onder hoeken van 90° en 120° kruisen.

---

(1) Toen ik de beschrijving gaf van het mikroskoop van Nobert (zie bl. 227), en aldaar vermeldde, dat het hem gelukt was bij zijn proefplaatje nog twee groepen te voegen, en de elfde door zijn mikroskoop in streepen opgelost te zien, had Nobert hunne afstanden in de nieuwe groepen nog niet opgegeven, maar meende ik uit zijne mededeeling in Schumacher's *Astron. Nachr.* niet anders te kunnen afleiden, dan dat hun onderlinge afstand gerioger was, dan van die in de tiende groep zijner ondere plaatjes. Thans is mij het tegendeel gebleken, en verzoek ik den lezer het daar ter plaatse gezegde in dien zin te willen verbeteren.

Ik voeg hier nog bij, dat, volgens eenen door den heer Kipp van Nobert ontvangen brief, deze met zijne nieuwste mikroskopen de 14de groep opgelost ziet. Warren de la Rue deelt mede, dat door een objectief van Ross, van $\frac{1}{4}$ d. brandpuntsafstand en 30° openingshoek, ook de 15de groep wordt opgelost, terwijl hij met een objectief van $\frac{1}{12}$ d. brandpuntsafstand en 110° opening, in die, waar de onderlinge afstand der lijntjes slechts $\frac{1}{4433}$ millim. bedraagt, duidelijke streepjes zag, doch zonder zeker te zijn, of deze niet uit twee lijntjes bestonden. Ik moet hierbij echter doen opmerken, dat deze waarnemingen bij kunstlicht gedaan zijn, waardoor de streepjes merkelijk gemakkelijker onderscheidbaar worden gemaakt, dan door gewoon daglicht.

De prijs der Nobertsche proefplaatjes bedraagt 5 Thl. voor die met tien, en 10 Thl. voor die met vijftien groepen.

475. Wat het zoo even opgemerkt verschil tusschen de ware en de nominale waarde der afstanden betreft, zoo heb ik reeds vroeger (Dl. II. bl. 295) aangetoond, dat zulke verschillen, en dikwerf nog merkelijk grootere, bij alle mikrometers worden waargenomen. Voor het gebruik, waartoe de glasmikrometers bestemd zijn, komt het echter ook vooral daarop aan, dat de afdeelingen onderling in grootte overeenstemmen, en in dit opzigt stuit men bij diegene, welke uit de werkplaatsen der meeste vervaardigers voortkomen, dikwerf op groote ongelijkheden, die aantoonen, dat óf hunne verdeelwerktuigen zeer gebrekkig zijn, óf de verdeeling geenszins met de noodige zorg en naauwkeurigheid verrigt is. Het volgende tafeltje moge een overzigt geven van den betrekkelijken graad van naauwkeurigheid van eenige mikrometers, welke op verschillende tijden en door verschillende makers vervaardigd zijn. Al de hier vermelde verdeelingen zijn op glas, met uitzondering van die van Barton, welke op koper gesneden zijn.

Namen der vervaardigers.	Nominale waarde der gemeten verdeelingen.	Werkelijke waarde in millim.	Grootste verschil tusschen twee verdeelingen.	
Brander	$\frac{1}{10}$ E. lijn.	0,2109	0,0210 millim. =	$\frac{1}{10}$ der gemeten verdeeling.
Ramsden	$\frac{1}{500}$ E. duim.	0,0469	0,0052 „	$\frac{1}{10}$
Barton	$\frac{1}{2000}$ „	0,0128	0,0012 „	$\frac{1}{10}$
Dollond	$\frac{1}{500}$ „	0,0498	0,0070 „	$\frac{1}{7}$
Chevalier	$\frac{1}{20}$ millim.	0,0484	0,0019 „	$\frac{1}{25}$
Oberhäuser	$\frac{1}{20}$ „	0,0480	0,0019 „	$\frac{1}{25}$

Uit deze zamenstelling blijkt wel, dat men sedert den tijd van Brander aanzienlijke vorderingen heeft gemaakt, maar de fouten, die in al deze mikrometers bestaan, zijn

echter in werkelijkheid nog veel te groot, en waarschijnlijk bij die, welke in nieuweren tijd vervaardigd zijn, grootendeels alleen te wijten aan te weinig zorgvuldigheid bij de bearbeiding. Dat het werkelijk mogelijk is eenen hoogeren trap van naauwkeurigheid in dezen te bereiken, bewijst niet alleen de fijnheid der verdeeling van het zoo even beschreven Nobertsche proefplaatje, maar ook, dat v. Mohl (1), bij het meten van drie afdeelingen (eigenlijk een te gering getal) van eenen in vijftigste gedeelten eener lijn verdeelden glasmikrometer van Merz, den opvolger van Frauenhofer, geen grooter verschil vond, dan van $\frac{1}{5\,5\,5}$ millim, dat is minder dan 0,0004 lijn, derhalve beneden $\frac{1}{5\,0\,0}$ der gemeten verdeelingen.

Ten slotte wil ik hier, ten gemakke der lezers, de prijzen opteekenen, waarvoor zij zich glasmikrometers kunnen verschaffen.

Bij Oberhäuser kosten zij, met verdeelingen des millimeters in 100 of in 500 deelen, ... 20 francs (*f* 9,52).

Plössl levert glasmikrometers, met verdeelingen van de Weener lijn in 20 tot in 200 deelen, tegen . . . . . 5 tot 6 Thl. (*f* 5,28. - *f* 10,56). Met den millimeter verdeeld in 100 deelen, 8 Thl. (*f* 14,08).

Door Pistor en Martins worden zij vervaardigd met verdeelingen van den Parijschen duim in 250 tot in 1000 deelen, voor . . . . . 2 tot 4 Thl. (*f* 5,52 - *f* 7,08).

Die van Pritchard, met verdeelingen des Eng. duims in 50 tot 5000 deelen, kosten 4 tot 10 Sh. (*f* 2,40 - *f* 6,00).

474. De door Martin, Adams en Brander vervaardigde naald-mikrometers in het oculair maakten na eeni-

(1) *Mikrographie*, p. 293.

gen tijd wederom plaats voor andere schroefmikrometers.

De hertog de Chaulnes deed namelijk in 1767 een mikroskoop vervaardigen, hetwelk bepaaldelijk voor het doen van metingen werd ingerigt. De stam van dit werktuig was bevestigd aan een tafeltje, dat op vier pooten rustte. Tweederlei schroefmikrometers dienden voor het verrigten van metingen. De eerste was de astronomische oculair-mikrometer met twee draden, eenen vaststaanden en eenen door eene schroef beweegbaren draad. Maar daarenboven werd ook de voorwerptafel voorzien van eenen mikrometer met twee schroeven, waardoor het voorwerp in het gezigtsveld in tweederlei rigting bewogen kon worden. Door middel dezer inrigting was de hertog de Chaulnes in staat den doormeter der voorwerpen tot op $\frac{1}{1300}$ lijn te bepalen, dus bijna met de dubbele naauwkeurigheid, die met de vroegere naald-mikrometers bereikt werd.

Het door den hertog de Chaulnes gegeven voorbeeld, om het voorwerp door schroeven te doen bewegen, vond eenen navolger in Martin. Bij de in lateren tijd (1) door dezen vervaardigde zamengestelde mikroskopen, is een afzonderlijke van twee schroeven voorziene mikrometer gevoegd, bestaande uit een vierkant koperen raam, waarin een tweede zich door twee schroeven, die regthoekig op elkander werken, laat heen en weder bewegen. Deze schroefmikrometer kan naar willekeur op de voorwerptafel bevestigd of daarvan verwijderd worden, geheel op dezelfde wijze, als zulks in onzen tijd bij de mikroskopen van Plössl en anderen geschiedt.

(1) Waarschijnlijk is het deze schroefmikrometer, welke beschreven is in een stukje van Martin, waarvan mij alleen de titel bekend is, namelijk: *Microscopium pantometricum, or a new construction of a Micrometer adapted to the Microscope.* 1776.

Bij het onderzoek van zulk eenen schroefmikrometer van Martin bleek mij, dat elke geheele schroefomdraaijing beantwoordt aan 0,5019 millim., en, daar de wijzerplaat in twintig deelen verdeeld is, elke verdeeling aan 0,0251 millim. of 0,00099 E. duim.

Ook de oculair-schroefmikrometer met beweegbaren draad kwam meer in gebruik. Deze werd mede op het mikroskoop toegepast door Ramsden, bij gelegenheid dat de generaal-majoor Roy (1) in 1785 belast was met het doen van naauwkeurige opmetingen, en ten dien einde de uitzetting der door hem gebruikte staven, door de warmte, met juistheid bepalen moest, tot welk einde Ramsden eenen pyrometer uitdacht, zoodanig ingerigt, dat de uitzetting der staven, door twee aan de uiteinden geplaatste mikroskopen, gemeten werd.

Toen eenige jaren later dezelfde, door trigonometrische operatiën, den onderlingen afstand der meridianen van Greenwich en Parijs bepaalde (2), vervaardigde Ramsden voor hem een werktuig om hoeken te meten, waarop mede twee van dergelijke mikrometers voorziene mikroskopen waren aangebragt, om de noodige aflezingen met groote naauwkeurigheid te bewerkstelligen.

Ook Edward Tronghton (3) gebruikte mikrometers; die op eene dergelijke wijze waren ingerigt, in de zamenstelling van zijn verdeelwerktuig.

In Pl. X. fig. 16, is de Ramsdensche oculair-schroefmikrometer afgebeeld. Hij bestaat uit eene platte langwerpig vierkante bus *a*, waarin twee spinwebdraden (z. *B m* en *n*)

(1) Roy, *An account of the mesurement of a base on Hounslow-Heath. Philos. transact.* p. 641.

(2) *Philos. transact.* 1790. p. 111.

(3) *Philos. transact.* 1809. p. 105.

gezien worden, waarvan de eene vast staat, terwijl de andere door eene schroef wordt bewogen, welke voorzien is van eene verdeelde wijzerplaat *b*. Van boven rust op deze bus eene korte buis *o*, waarin een positief oculair bevat is, dat zoo gesteld kan worden, dat men de beide spinwebdraden, en tevens het door het objectief gevormd beeld, duidelijk ziet. Ten einde het getal der geheele omdraaijingen der schroef te kennen, loopt dwars door het gezigtsveld (*B*) eene zaagsgewijs getande strook *pq*, waarvan elk tandje juist aan eene geheele schroefwinding beantwoordt, terwijl telkens vijf tanden door eene diepere inkerving worden aangeduid. De onderste buis *t* dient alleen om den mikrometer in de mikroskoopbuis te schuiven.

Dat deze soort van schroefmikrometer verreweg het naauwkeurigste meetwerktuig is, hetwelk wij bezitten, is reeds vroeger (Dl. II. bl. 507) aangetoond. Echter is het niet te ontkennen, dat zijn gebruik, even als van alle oculair-mikrometers, gepaard gaat met het bezwaar, dat de waarden der daardoor aangegeven maten niet volstrekt, maar betrekkelijk zijn, zoodat men altijd genoodzaakt is, deze voor het gebruik van ieder objectief en voor iedere buislengte te bepalen. Dit is dan ook de oorzaak, dat men, vooral op het vaste land van Europa — want in Engeland maakt men van den oculair-schroefmikrometer nog steeds veel gebruik — meer en meer schier uitsluitend de voorkeur heeft gegeven aan den voorwerptafel-schroefmikrometer, en wel inzonderheid op het voorbeeld van Frauenhofer, die daarvan zijne grootere mikroskopen voorzag.

Zulk een schroefmikrometer is afgebeeld in Pl. VIII. fig. 8 en 9; hij bestaat uit twee platen, waarvan de onderste op de voorwerptafel wordt bevestigd, terwijl de bovenste daar-

over, door middel eener schroef, heen en weder glijdt. De onderste, in fig. 8 slechts gedeeltelijk, in fig. 9 op de doorsnede zigtbare plaat *aa*, is van eene ronde opening voorzien, en heeft ter zijde twee zwaluwstaartvormige lijsten, waarin de kanten der bovenste beweegbare plaat *bb*, welke eene langwerpig vierkante opening heeft, passen. De fijne schroef *d* loopt in eene moer *e*, welke verbonden is met de onderste plaat; wordt zij omgedraaid, dan drukt zij met haar uiteinde tegen de beweegbare plaat *bb*, die daardoor derhalve wordt voortgeschoven, terwijl zij terug getrokken wordt door de veerende plaat *g*, welke door de schroefjes *cc* met de bovenste plaat verbonden is. De wijzerplaat met den verdeelden rand *ii* is niet vast vereenigd met de schroef, maar kan, door omdraaijing van de moer *l*, losgemaakt worden, waarna dan haar nulpunt in overeenstemming kan gebragt worden met de verdeeling op de schaal *m*., welke de geheele omwentelingen aanduidt, terwijl een (in de figuur niet afgebeelde) nonius dient, om ook de onderdeelen van de verdeelingen der wijzerplaat af te lezen.

Nagenoeg hiermede overeenkomend zijn de latere schroefmikrometers van Plössl, van Schiek en anderen. Alleenlijk hebben deze sterkere spiraalveeren aangebragt, waardoor in deze werktuigen de doode gang der schroef geheel wordt opgeheven.

De wijze, waarop de onderscheiden makers de verdeeling hunner schroefmikrometers inrigten, is natuurlijk verschillend. De verdeelingen op den Plössl schen schroefmikrometer geven onmiddelijk tienduizendste, en, met behulp van den nonius, honderdduizendste deelen van den Weener duim aan. Die van Pistor en Martins geeft de gelijknamige waarden in onderdeelen van den Parijschen duim aan. Schiek heeft zijnen schroefmikrometer ingerigt voor het meten van

duizendste en tienduizendste deelen van de Parijsche lijn; desgelijks ook Nobert.

De fransche vervaardigers bezigen altijd den millimeter als maateenheid. Bij het vroeger (bl. 199) beschreven mikroskoop van Brunner beantwoordt elke verdeeling der wijzerplaat aan $\frac{1}{1000}$ millim., terwijl een nonius nog de tienduizendste deelen aangeeft.

Dat het echter niet mogelijk is met zulke voorwerptafel-schroefmikrometers metingen te doen, die zoo naauwkeurig zijn, als zulke fijne verdeelingen oogenschijnlijk belooven, is vroeger (Dl. II. bl. 306) aangetoond.

Het spreekt van zelf, dat schroefmikrometers, als zijnde werktuigen, wier bearbeiding veel zorg en tijd vordert, ook tot de kostbaardere behooren.

Die van Plössl kost 40 Conv. Gl. (*f* 49,60).

„ Schiek „ 50 Thl. . . . (*f* 52,80).

Bij Pistor en Martins is de prijs van eenen voorwerptafel-schroefmikrometer dezelfde als bij Schiek, maar zij vervaardigen ook oculair-schroefmikrometers voor 55 Thl. (*f* 61,60).

Bij Ross kost zulk een werktuig £ 5-sh. 5 (*f* 65,00).

Wij willen deze paragraaf besluiten met de opgave der onderscheidene soorten van draden, welke men opvolgend voor verschillende mikrometrische doeleinden gebruikt heeft.

Reeds zagen wij (bl. 410), dat de draden, waarvan men zich het eerst bediende, uit paardenhaar, menschenhaar, zilver of zijde bestonden. Deze allen bleken echter voor naauwkeurige metingen veel te dik en te grof te zijn, en in 1775 raadde Felix Fontana (1) het gebruik van spinne-

(1) *Saggio del real gabinetto di fisica e di storia naturale di Firenze.* Rom. 1775.

webdraden aan, doch de eerste aanwending daarvan in sterrekundige werktuigen geschiedde door Edward Troughton (1). De moeijelijkheid echter, waarmede deze hoogst teedere draden op hunne juiste plaats worden gebragt, is oorzaak geweest, dat men in lateren tijd bedacht werd op andere middelen, om hen te vervangen. Brewster (2) beval in 1813 tot dat einde fijne glasdraden aan. Deze kunnen echter bezwaarlijk zoo fijn gesponnen worden, dat zij in dunte gelijk staan met eenen spinwebdraad, die $\frac{1}{3000}$ millim., of zelfs nog minder dik is. Goring (3) wil draden, vervaardigd uit caoutchouc, opgelost in terpentbijn, zeer doelmatig gevonden hebben, iets, dat echter ter naauwernood mogelijk is, daar zulke draden, zelfs wanneer zij zoo dun als spinrag waren, toch voorzeker veel te ongelijkmatig van dikte zullen wezen, om bruikbaar te zijn. Meer belovend is het bekende hulpmiddel, waardoor Wollaston (4) in 1813 platinadraden van de grootstmogelijke fijnheid leerde daarstellen, en werkelijk heeft Schiek van de aldus verkregen draden in zijne mikroskopen gebruik gemaakt.

Ook herinner ik hier ter plaatse, dat v. Mohl (5) voorgeslagen heeft de draden te vervangen door de fijne spits eener naald. Quekett (6) heeft, ofschoon met een geheel ander doel, namelijk om als aanwijzer te dienen, ook eene naald in het oculair laten brengen, op de wijze in Pl. VIII. fig. 16 afgebeeld. Deze naald *a* is bevestigd aan een stijltje *b*, dat in het diaphragma *cc* van het oculair ronddraait, en van

(1) Brewster, *New Instruments*, p. 75.
(2) *New Instruments*, p. 77.
(3) *Micrographia*, p. 47.
(4) *Philos. transact.* 1813. p. 116.
(5) *Linnaea* 1842. s. 502.
(6) L. c. p. 130.

boven van een klein krukje *d* als handvatsel voorzien is, waarmede de naald naar het een of ander punt in het gezigtsveld kan gedraaid worden. Deze inrigting verdient aanbeveling voor mikroskopische demonstratiën, wanneer het er op aankomt, om de oplettendheid op eenig bepaald voorwerp te vestigen.

475. Wij moeten nu eenige mikrometrische methoden vermelden, welke, alhoewel zij tot hiertoe minder in praktisch gebruik gekomen zijn dan de beschouwde, echter die vermelding waardig zijn, wegens de vernuftige denkbeelden, welke er den grondslag van uitmaken, terwijl zij welligt in het vervolg van tijd blijken zullen voor praktische toepassing, in sommige gevallen, boven andere geschikt te zijn.

Als zoodanig komt in de eerste plaats in aanmerking eene inrigting door Wollaston (1) in 1813 beschreven, en welke ten doel heeft, om, even als men bij het dubbelzien het vergroote beeld en eenen maatstok op hetzelfde oogenblik met beide oogen ziet, zoo met één oog het vergroote voorwerp en een verdeelde maat te gelijker tijd waar te nemen.

De wijze, waarop Wollaston dit doel verwezenlijkte, bestaat daarin, dat hij eene lens bezigde van $\frac{1}{12}$ duim brandpuntsafstand en van zoo geringen doormeter, dat eene kleine opening ter zijde der lens in het busje geboord, dat haar bevat, slechts $\frac{1}{25}$ duim van haar middelpunt verwijderd is. Alsdan treden zoowel de stralen, die door de lens, als die, welke door de opening gaan, te gelijk de pupil binnen, en vormen te zamen het beeld op het netvlies. Het werktuig,

(1) *Philos. transact.* 1813. p. 119.

waarvan hij zich hierbij bediende, is afgebeeld in Pl. X. fig. 19, en bestaat uit drie in elkander schuivende buizen *a*, *b* en *c*. Aan den top der bovenste bevindt zich de zooeven beschreven lens, en digt daaronder de voorwerpplaat. In de onderste is de verdeelde schaal geplaatst. Deze bestaat (z. fig 19 *B*) uit stukjes metaaldraad van ongeveer $\frac{1}{40}$ duim dikte, aaneengevoegd op de wijze zoo als in de figuur is aangeduid, dat is van ongelijke lengte, zoo dat ieder vijfde en tiende draadstukje in lengte boven de anderen uitsteekt.

De betrekkelijke waarde der afdeelingen dezer schaal verschilt natuurlijk met den afstand tusschen deze en het oog. Naarmate men, door inschuiving der buizen, de schaal digter bij het oog brengt, is deze waarde ook des te grooter, en heeft men eenmaal, door middel van een voorwerp van bekenden doormeter, op de voorwerpplaat geplaatst, deze waarde voor verschillende buislengten bepaald, dan kan men deze op eene schaal, op de buis *a* gesneden, uitdrukken. Wollaston bezigde als voorwerp eenen gouddraad, waarvan hij den doormeter berekende uit het specifiek gewigt en uit de lengte, en vond nu met zijn werktuig, dat, bij eenen afstand van 16,6 duim tusschen de schaal en de lens, elke schaalafdeeling beantwoordde aan $\frac{1}{10000}$ duim, derhalve bij eenen afstand van 8,5 duim aan $\frac{1}{5000}$ duim, terwijl de daartusschen vallende breukdeelen van $\frac{1}{6000}$, $\frac{1}{7000}$ duim enzv., door afstanden van 1,66 duim op de schaal der buis werden aangeduid.

Het vernuftige dezer methode zal wel niet behoeven te worden aangewezen, en indien zij voor praktische toepassing vatbaar ware, zoude zij ongetwijfeld boven vele anderen de voorkeur verdienen, en wel vooral bij het enkelvoudig mikroskoop, waar de meeste overige mikrometrische hulpmiddelen te

kort schieten. Doch hoe vernuftig ook uitgedacht, is de bruikbaarheid van het door Wollaston aangegeven werktuig zeer gering, waarvan ieder zich bij de toepassing gemakkelijk kan overtuigen. Het licht, dat door de zijdelingsche opening valt, schaadt bij eenigzins sterk vergrootende lenzen zoo zeer aan de helderheid van het voorwerp, waarvan zich het beeld op het netvlies vormt, dat men dit ter naauwernood meer waarneemt, vooral wanneer het zeer doorschijnend is, en, bezigt men weinig vergrootende lenzen, dan kunnen deze slechts zoo klein zijn, dat ook zij zeer weinig lichtsterkte bezitten. In elk geval zouden de lensbusjes zoo moeten zijn ingerigt, dat ten minste tijdens de eigenlijke waarneming de opening door een daarover heenschuivend plaatje bedekt werd, om slechts geopend te worden op het oogenblik der meting. Doch bij het groot getal van handelwijzen, die ons tegenwoordig ten dienste staan, om den doormeter der door het mikroskoop waargenomen voorwerpen te bepalen, en bij het verminderd gebruik, dat thans van het enkelvoudig mikroskoop wordt gemaakt, laat het zich niet voorzien, dat dit Wollastonsche werktuig als mikrometer immer in praktische toepassing zal komen.

Nog veel minder kan zulks verwacht worden van eenige door Brewster (1) voorgeslagen middelen, om lenzen zoo in te rigten, dat men er voorwerpen, die op verschillende afstanden geplaatst zijn, te gelijker tijd door zien kan, en waarbij blijkbaar dezelfde bedoeling ten grondslag ligt. Brewster stelde namelijk in de eerste plaats voor (z. Pl. X. fig. 20 *A*) eene doorboorde lens te gebruiken, of wel ten tweede (fig. 20 *B*) eene lens, waarop aan beide oppervlakten met cana-

(1) *New instruments* p. 417.

dabalsem een rond glasschijfje geplakt was. In beide gevallen zullen dan de voorwerpen, die door het middengedeelte der lens gezien worden, geene vergrooting ondergaan, en dus de doormeter der door het randgedeelte waargenomen voorwerpen kunnen vergeleken worden bij de afdeelingen eener schaal, die door het centrale gedeelte gezien wordt.

Ik moet hier echter bijvoegen, dat Brewster zelf deze handelwijze niet voor het meten van voorwerpen heeft aanbevolen, dan alleen in bepaalde gevallen, zoo als voor het meten van de hoogte der kwikkolom in den barometer. Hij beschrijft bovendien nog drie andere lenzen, waarvan twee, gelijk de beschouwing der figuren *C* en *D* dadelijk leert, bestemd waren, om ter zelfder tijd twee voorwerpen duidelijk te zien, die op weinig verschillenden afstand geplaatst zijn, terwijl de derde (*E*) bestemd was, om te dienen voor voorwerpen, die zich op drie verschillende afstanden bevinden.

Brewster (1) beschreef ook een werktuig, waaraan hij den naam gaf van *rotatory micrometer with points*. Deze mikrometer, welken hij even bruikbaar voor het mikroskoop als voor den verrekijker oordeelde te zijn, bestaat in de hoofdzaak uit twee zeer fijne spits toeloopende stalen naaldjes in het brandpunt van het oogglas, nabij den rand van het gezigtsveld, geplaatst. Een dezer naaldjes is onbewegelijk, het andere draait tevens met eenen verdeelden cirkel rond. Bij de meting wordt dit laatste zoodanig gedraaid, dat de randen van het beeld tusschen de beide spitsen begrepen schijnen, en nu, met behulp van eenen nonius, de grootte van den boog afgelezen, welks koorde gelijk is aan den doormeter van het beeld. In eene vooraf berekende tafel wordt dan de ware grootte gevonden.

(1) *New instruments*, p. 55 en 73.

Zulk een mikrometer is echter gebrekkig in twee opzigten. Vooreerst kan men daarmede bezwaarlijk zeer fijne metingen verrigten, en ten tweede moeten de voorwerpen, die gemeten zullen worden, steeds aan den rand van het gezigtsveld worden gebragt, waar de beelden minder scherp zijn, dan in het midden.

476. Door Savery en Bouguer (1) werd in 1748 de *dubbelbeeld-mikrometer* uitgevonden, welke naderhand door Dollond (2) verbeterd werd. De oorspronkelijke bestemming van dit werktuig was, om bij den verrekijker gebruikt te worden, en het is bekend, dat bepaaldelijk die, welke onder den naam van heliometers bekend zijn, daarvan voorzien zijn. In lateren tijd hebben Young en de jongere Dollond dezelfde inrigting ook op het mikroskoop toegepast, doch, voor zoo ver mij bekend is, tot hiertoe alleen bij een klein werktuig, bestemd tot het meten van den doormeter van wollen draden, dat den naam van *eirometer* heeft ontvangen.

Dit werktuig bestaat uit een gewoon zamengesteld mikroskoop, doch onmiddelijk vóór het objectief bevindt zich eene plano-convexe lens, die in het midden overdwars is doorgesneden, en waarvan de helften langs elkander schuiven door middel van een rondselwerk. Zoolang de beide helften eene enkele lens vormen, ziet men van elk daarvoor geplaatst voorwerp slechts een enkel beeld, maar zoodra men, door aan den knop te draaijen, die het rondselwerk in beweging brengt, deze helften langs elkander doet schuiven, ontwaart men twee beelden, en de maat van het voorwerp wordt verkregen op het oogenblik, dat de randen der beide beelden

(1) *Mémoir. de l'Acad.* 1748.
(2) *Philos. transact.* 1753. p. 167.

elkander juist aanraken. Deze maat wordt dan afgelezen op eene schaal, welke gesneden is op eene door het rondsel bewogene plaat, waardoor regtstreeks duizendste deelen, en met eenen nonius tienduizendste deelen van den engelschen duim worden aangegeven.

Het zamengesteld mikroskoop van den Dollondschen eirometer is niet achromatisch, en kan bovendien, daar zich de plano-convexe lens tusschen het voorwerp en het objectief bevindt, slechts eene geringe vergrooting bezitten, welke, bij een door mij onderzocht werktuig van die soort, 55 malen bedraagt. Reeds hieruit volgt, dat men daarmede geene groote naauwkeurigheid bereiken kan, gelijk dan ook eene vergelijking der daarmede en met andere methoden verkregen uitkomsten (1) uit tien metingen van hetzelfde voorwerp voor den dubbelbeeld-mikrometer niet bijzonder gunstig is.

1°. Gemeten voorwerp: 0,5 millim. van een glasmikrometer.

	Gebezigde vergrooting.	Grootste verschil tusschen de afzonderlijke metingen.	Waarschijnlijke fout der gemiddelde uitkomst.	Waarschijnlijke fout van elke meting.
Dubbelbeeld-mikrometer	55	$\frac{1}{1950}$ millim.	$\frac{1}{2630}$ millim.	$\frac{1}{1480}$ millim.
Oculairschroefmikrometer	68	$\frac{1}{3000}$ „	$\frac{1}{4850}$ „	$\frac{1}{1502}$ „
Dubbelzien.....	46	$\frac{1}{1176}$ „	$\frac{1}{1410}$ „	$\frac{1}{4074}$ „

2°. Gemeten voorwerp: een haar van 0,109 millim.

	Vergrooting.	Grootste verschil.	Waarschijnl. fout der gem. uitkomst.	Waarschijnl. fout van elke meting.
Dubbelbeeld-mikrometer	55	$\frac{1}{1371}$ millim.	$\frac{1}{1730}$ millim.	$\frac{1}{3529}$ millim.
Oculairschoefmikrometer	68	$\frac{1}{4429}$ „	$\frac{1}{6850}$ „	$\frac{1}{1150}$ „
Dubbelzien.....	46	$\frac{1}{1331}$ „	$\frac{1}{4480}$ „	$\frac{1}{1400}$ „

Het is echter zeer waarschijnlijk, dat, indien een aplanatisch objectief werd gebezigd, zulk eene vergelijking minder nadeelig voor den dubbelbeeld-mikrometer zoude uitval-

(1) Zie *Recherches micrométriques* p. 33.

len, terwijl het mij ook geenszins onuitvoerlijk voorkomt, om den toestel zoo in te rigten, dat de doorgesneden lens, waardoor de scheiding der beelden wordt veroorzaakt, niet vóór, maar achter het objectief wordt gebragt, en wel ter plaatse van het beeld vóór het oculair, waardoor dan lenzenstelsels van veel korteren brandpuntsafstand zouden kunnen worden gebezigd. Eindelijk zoude het doelmatig zijn, het rondselwerk door eene schroef te vervangen, daar deze altijd eenen veel naauwkeurigeren gang heeft. Mogt het gelukken op die wijze de nadeelen op te heffen, die aan den dubbelbeeldmikrometer, zoo als deze tot hiertoe is ingerigt, kleven, dan mag men het er voor houden, dat men daarin een der beste middelen tot meting van zulke voorwerpen zoude bezitten, die vrij en geïsoleerd in het gezigtsveld worden waargenomen, maar, waar vele voorwerpen op en door elkander gezien worden, gelijk trouwens met het meerendeel der organische weefsels het geval is, zal hij wel altijd onbruikbaar blijven. De prijs van den Dollondschen eirometer is £ 8 of f 96.

477. Tot een dergelijk technisch doel, als de eirometer bestemd, is de diktemeter (*le mensurateur*) van Lebaillif(1), waarmede echter de meting op eene geheel andere wijze verrigt wordt. Eene mikrometrische verdeeling op glas wordt namelijk als voorwerp onder het mikroskoop gebragt, terwijl op een daaronder liggend glasplaatje met eenen diamant eene fijne streep is getrokken, en nu meet men: hoe groot het verschil is, dat in de betrekkelijke plaatsing der verdeelde maat boven deze streep wordt te weeg gebragt, door eenig dun ligchaam, b. v. papier, hetwelk geplaatst wordt tusschen

(1) Zie de beschrijving en afbeelding bij Chevalier, p. 91. T. II. fig. 12.

het uiteinde eener schroef en een knopje, welk laatste met het glasplaatje, waarop de mikrometrische verdeeling is aangebragt, in verband staat.

Voor eigenlijke mikroskopische onderzoekingen kan echter een werktuig van deze inrigting slechts zelden te pas komen, ten zij voor het meten der dikte van dekplaatjes, doch wij zullen zoo aanstonds zien, dat hiervoor nog andere hulpmiddelen bestaan.

478. Goring (1) heeft eene mikrometrische handelwijze aangegeven, welke in sommige omstandigheden inderdaad goede diensten kan bewijzen. Hij plaatste eenen parelmoer- of haarmikrometer aan het einde eener buis van zes duimen lengte en één duim breedte, en aan het andere uiteinde eene achromatische lens, voor paralelle stralen verbeterd, van ongeveer eenen halven duim brandpuntsafstand en een vierde duim in doormeter, of, bij gebrek van deze, een achromatisch objectief van een zamengesteld mikroskoop met de bolle zijde der lenzen benedenwaarts gekeerd. Wanneer deze toestel onder de voorwerptafel van het mikroskoop is bevestigd, en voorzien van een rondselwerk, om de lens of het lenzenstelsel hooger of lager te plaatsen, dan is het duidelijk, dat men het beeld van den daaronder geplaatsten mikrometer juist kan doen vallen in het gezigtsveld, zoodat dit beeld en het voorwerp te gelijkertijd scherp gezien worden. Natuurlijk moet dan de waarde der afdeelingen in het beeld vooraf naauwkeurig bepaald worden, wanneer men daarmede eenig voorwerp meten zal, hetgeen geschiedt door hen te vergelijken bij een ander voorwerp, waarvan men den doormeter reeds kent.

(1) *Micrographia* p. 52.

Een der voordeelen van deze meet-methode is, dat zij ook op het enkelvoudig mikroskoop toepasselijk is. Echter spreekt het van zelf, dat zij bij het zamengesteld mikroskoop voor vele andere in naauwkeurigheid wijken moet, eensdeels dewijl zich aldus geene zeer fijne metingen laten bewerkstelligen, anderdeels omdat het door de lens gevormde beeld, hoe goed aplanatisch gemaakt deze ook zijn moge, toch verre is van in scherpte gelijk te staan met een werkelijk voorwerp, zoodat een in het oculair geplaatste glasmikrometer, waarmede hetzelfde doel bereikt wordt, in dit opzigt veel beter voldoet.

Doch, zoo al niet tot het meten, dan is dit middel toch zeer geschikt om bij het teekenen der voorwerpen gebruikt te worden, daar men het op velerlei manieren kan wijzigen, ten einde het gezigtsveld in ruitjes of in andere willekeurige ruimten te verdeelen. Wanneer men eenen achromatischen verlichtingstoestel bezit, dan kan men zich met het meeste voordeel hiervan bedienen.

Om het beeld te vormen is metaalgaas een gepast voorwerp, en, zoo de mazen daarvan te klein zijn, dan kan men deze, door verwijdering van eenige der draden, grooter maken. Ook kan men een stuk papier bezigen, waarop met inkt vierkante ruitjes getrokken zijn, dit op den spiegel leggen, en daarop de zon laten schijnen, waarbij dan echter de spiegel horizontaal moet worden geplaatst, daar anders de ruitjes niet in het zelfde vlak zouden zijn, en hun beeld zich bovendien niet vierkant zoude vertoonen.

Is het mikroskoop voorzien van eenen metalen spiegel of van een terugkaatsend prisma, dan kan de verdeelde maat op veel grooteren afstand buiten het mikroskoop worden geplaatst, waarbij de netheid en juistheid van het beeld altijd winnen, omdat dit dan des te meer verkleind wordt.

479. Er blijft ons nu nog over eene uitgebreide klasse van andere mikrometrische handelwijzen te vermelden, die alle steunen op het projiciëren der door het mikroskoop gevormde beelden op oppervlakten buiten het mikroskoop, waar zij dan vervolgens gemeten worden. In het eerste deel (bl. 255 en verv.) zijn de daartoe strekkende hulpmiddelen echter reeds beschreven, en in het tweede (bl. 510 en 541) de wijze aangewezen, om er zich van te bedienen, hetzij tot het meten of tot het teekenen der voorwerpen. Ik voeg dus hier ter plaatse alleen bij, dat ik sedert dien tijd, door den instrumentmaker E. Wenckebach te Amsterdam, eenen passer heb laten vervaardigen, waarvan de afbeelding op halve grootte gezien wordt op Pl. X. fig. 21, en welke zoo is ingerigt, dat alle met de punten genomen maten op den zich aan het lange uiteinde bevindenden boog vervijfvoudigd worden, terwijl daarop eene schaal gegraveerd is, welke tiende gedeelten des millimeters aangeeft. Dit werktuig wordt met vrucht gebruikt, in plaats van den vroeger (Dl. I. bl. 556) vermelden dubbelen passer, zoolang de doormeter van het beeld beneden één centimeter blijft.

De geschiedenis der verschillende tot deze klasse behoorende werktuigen laat zich in weinige woorden zamenvatten.

In 1811 vond Wollaston (1) het werktuig uit, waaraan hij den naam gaf van *camera lucida*, en reeds in 1812 paste Weickert dit toe op het zamengesteld mikroskoop. (2). Eenige jaren later (1816) voegde Amici bij zijn katadioptrisch mikroskoop eene andere soort van camera lucida, bestaande uit een plaatje van dik glas met evenwij-

(1) Nicholson, *Journal* XVIII. p. 1.
(2) Gilbert's *Annal.* 1812 XII. p. 110.

dige oppervlakten en onder eenen hoek van 45° geplaatst, hetwelk aan hetzelfde doel beantwoordde als de Wollastonsche inrigting, hoewel op eene minder volledige wijze, omdat de reflectie daarbij niet totaal is. In 1827 voorzag hij zijn horizontaal-dioptrisch mikroskoop van de in het eerste deel bl. 257 beschreven inrigting, welke zich daarin wezenlijk van de vroegere onderscheidt, dat het oog in dezelfde rigting met de mikroskoopbuis ziet, en niet loodregt daarop.

Reeds eenige jaren vroeger had echter de jongere Sömmering (1) het spiegeltje uitgedacht, dat naar hem zijnen naam voert, en hetwelk het eerst door Frauenhofer werd vervaardigd. Voor eenige jaren heeft Oberhäuser dit vervangen door een zeer klein regthoekig prisma, hetwelk volkomen op gelijke wijze werkt, doch de voorkeur verdient, uit hoofde eener meer volkomene terugkaatsing.

De wijze, waarop deze verschillende katoptrische of dioptrische werktuigen met het zamengestelde mikroskoop worden verbonden, komt in het algemeen hierop neder, dat zij aan een kort buisje of eenen ring worden bevestigd, die om het oculair past, en daarvan naar willekeur weder kan verwijderd worden. Fig. 19 Pl. VII. toont aan hoe zulks geschiedt bij het Sömmeringsche spiegeltje, terwijl fig. 18 eene door Ross vervaardigde Wollastonsche *camera lucida* voorstelt. Het prisma is hier besloten in het kastje *a b c d e*, waarin eene kleine opening *i* is, waarboven het oog wordt gehouden; de knop *k* dient om het prisma, door omdraaijing der as, waaraan het is opgehangen, eenig-

(1) R. Wagner, Sömmering's *Leben* p. 156. Dat het echter niet de beroemde ontleedkundige zelf, maar zijn zoon geweest is, die dit spiegeltje heeft uitgedacht, blijkt uit zijne verhandeling: *Ueber das feinste Gefässnetze der Aderhaut* p. 6.

zins van rigting te doen veranderen. De voornaamste moeijelijkheid, bij het gebruik van zulk een werktuig tot teekenen, is het potlood en het beeld te gelijker tijd scherp te zien. Om dit gemakkelijker te maken plaatst Ross een of twee lenzen *m* en *n* onder het prisma, opdat de stralen van het papier en van het potlood onder denzelfden hoek divergeren, als die, welke van het prisma komen, waardoor dan zoowel het beeld van het voorwerp als het potlood, met den zelfden graad van duidelijkheid, gezien worden.

Bij de verschillende reeds bekende inrigtingen van dien aard is nog onlangs door Nachet eene nieuwe gevoegd. Zijne camera lucida is afgebeeld in fig. 3′ Pl. IX. *A* is een prismatisch stuk glas, hetwelk oorspronkelijk den vorm heeft gehad van een regthoekig paralellepipedum, 10 millim. lang, 7,5 millim. breed en 12 millim. hoog. Daaraan zijn twee driehoekige vlakken geslepen, namelijk *dac* en aan de tegenovergestelde zijde *acb*; deze driehoeken zijn gelijkbeenig met de toppen in *a* en in *c*, terwijl zij de zijde *ac* gemeen hebben, met eenen hellingshoek van ongeveer 60°. De gang der stralen in deze camera lucida is de volgende. Zij treden in door de langwerpig vierkante oppervlakte *edbf*, bereiken het driehoekige vlak *abc*, worden daar terug gekaatst, en treden weder naar buiten door het driehoekige vlak *dac*. *B* stelt de wijze voor, waarop deze camera lucida voor het gebruik bij het mikroskoop is ingerigt; *a* is de ring, die om het oculair past, *b* een rond stijltje, dat draait in het stuk *c*, *d* een ander in het stuk *e* ronddraaijend stijltje, waarmede het metalen kastje *m* verbonden is, dat het glazen prisma bevat; dit wordt daarin bevestigd gehouden door middel van eene schroef *p* en een nagenoeg driehoekig plaatje *r*, van boven voorzien van eene kleine ronde opening *o*, waardoor men den bovenkant *ac* van het prisma ziet,

doch zóó dat de helft der opening vrij blijft, waardoor men dan tegelijker tijd de oppervlakte waarneemt, waarop de projectie geschiedt.

Indien men hetzij deze of eenige andere camera lucida op het oculair van een vertikaal gesteld mikroskoop plaatst, dan spreekt het van zelf, dat de beelden ook op een vertikaal vlak geprojicieerd worden. Daar dit nu in het gebruik zeer lastig zoude zijn, zoo is men gewoon het mikroskoop óf horizontaal te stellen, indien de werktuiglijke inrigting zulks toelaat, óf wel men bezigt, behalve het eigenlijke projectiemiddel, nog een regthoekig glazen prisma, b. v. zoo als het in fig. 1 *A* Pl. VI afgebeelde, waardoor de stralenbundel horizontaal wordt gemaakt.

Eerst vele jaren nadat deze onderscheidene hulpmiddelen bij het zamengesteld mikroskoop in gebruik waren, namelijk in 1836, paste Chevalier de camera lucida ook op het enkelvoudig mikroskoop toe (1). Hij bragt dit ten dien einde in eene horizontale stelling, doch nog in hetzelfde jaar verbeterden Milne Edwards en Doyère (2) deze wijze, door boven de lens van het vertikaal gestelde mikroskoop eenen vlakken spiegel onder eenen hoek van 45° te plaatsen, en daartegen over eenen anderen daarmede evenwijdig, waarin dan het oog het teruggekaatste beeld ziet, en dit op een daaronder liggend papier projicieert. Het spreekt van zelf dat dit ook geheel op het zamengesteld mikroskoop toepasselijk is.

Deze laatste inrigting kost bij Oberhäuser . . . . . 35 francs (*f* 16,66).

---

(1) *Ann. d. Sciences natur.* 1836 2de Ser. V. p. 116,

(2) *Comptes rendus* 8. Febr. 1836.

Oberhäuser's camera lucida (het kleine regthoekige prisma), met de buis om het mikroskoop horizontaal te maken (*oculaire coudé*), kost . . . . . 50 francs (*f* 23,80).

Pistor en Martin leveren zulk een knievormig gebogen oculair om te teekenen, voor . . . 20 Thl. (*f* 35,20), en eene Amicische camera lucida voor 8 Thl. (*f* 14,08).

Bij Pritchard kost een oculair, voorzien van eene camera lucida . . . . . £ 1-sh. 1 (*f* 12,60); bij Ross . . . . . £ 2-sh. 10 (*f* 30).

Eindelijk herinner ik hier nog, dat ook de verschillende soorten van beeldmikroskopen tot het meten en teekenen der voorwerpen gebruikt kunnen worden; vooral geldt zulks van diegene, welke tot draagbare werktuigen zijn ingerigt met projectie der beelden op een horizontaal geplaatst mat glas of papier, waarvan er in een vorig hoofdstuk (bl. 310 en 329 en verv.) verscheidene meer of minder uitvoerig beschreven zijn (1).

---

(1) Onder het afdrukken van dit blad ontvang ik het *Amtlicher Bericht über die fünfundzwanzigste Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte in Aachen im September* 1847, Aachen 1849. Op bl. 176 en verv. zijn aldaar twee dergelijke inrigtingen, als de boven in den tekst bedoelde, beschreven, waarvan de eene is uitgedacht door professor d'Alton, de andere door dr. Derbey. Blijkbaar zijn deze beide heeren geheel onbekend met de vele vroegere toestellen van gelijken aard, welke sedert 1767 herhaaldelijk zijn vervaardigd, en tot hetzelfde doel, namelijk tot het teekenen der mikroskopische voorwerpen, aanbevolen. De inrigrigting van d'Alton bestaat uit een zamengesteld mikroskoop, hetwelk geheel omgekeerd wordt, d. i. met de buis benedenwaarts en de voorwerptafel alsmede den verlichtingstoestel bovenwaarts gekeerd. Uit zijne beschrijving volgt echter, dat hij het oculair met een gedeelte der buis wegneemt, en dus alleen het objectief behoudt. Overigens is het duidelijk, dat zoowel op deze wijze, als met bijbehoud van het oculair, mits de buis niet te lang zij, zich op de tafel een beeld vormen zal, en, indien men aldaar een blad papier legt, en het overtollige licht op de eene of andere wijze afsluit, kan men van dit beeld op het papier met een potlood eenen om-

480. Bij alle mikroskopen, waar de fijne instelling door middel eener schroef geschiedt, kan op de knop van deze eene verdeeling worden gesneden, om daarmede in de vertikale rigting te meten, op eene dergelijke wijze, als zulks met den

---

trek maken. Natuurlijk zijn hiertoe echter alleen zulke mikroskopen bruikbaar, welker ligchaam, gelijk b. v. die op Pl. VII. fig. 2 en 3, aan eenen afzonderlijken stam is opgehangen, en, door middel eener scharnier aan den top, onder verschillende hellingshoeken kan geplaatst worden. Gewoonlijk stuit hier echter de beweging op het oogenblik, dat de buis eene horizontale stelling heeft aangenomen, en, wil men haar geheel omkeeren, dan moet derhalve de scharnier dien overeenkomstig worden ingerigt, gelijk dan ook door d'Alton gedaan is.

Dat men aldus het beoogde doel zeer goed bereiken kon, laat zich niet betwijfelen. Ook zoude men nog op andere manieren, dan die, welke hier in toepassing gebragt is, even goed het beeld op de tafel kunnen projiciëren, en wel zonder geheele omkeering van het mikroskoop. Indien b. v. vóór het oculair van een mikroskoop, waarvan de buis in eene horizontale rigting gebragt is, — hetzij door middel eener scharnier, gelijk bij de bovengenoemde werktuigen, of door een boven het objectief geplaatst regthoekig glazen prisma, gelijk in de op Pl. V. fig. 5 en 9 afgebeelde mikroskopen, — een dergelijk prisma gesteld wordt, dan zal, door de totale reflectie op de hypothenusevlakte, mede een beeld op de tafel gevormd worden. Ik voeg dit hier alleen nog bij ten behoeve dergenen, die mikroskopen van eene zoodanige inrigting bezitten, doch moet in het algemeen doen opmerken, dat, gelijk uit het aangevoerde blijkt, deze verschillende handelwijzen alleen op werktuigen, wier maaksel tamelijk zamengesteld is, en welke uit dien hoofde tot de kostbaardere behooren, toegepast kunnen worden. Het is vooral om deze reden, dat de tweede der in Aaken vertoonde inrigtingen, namelijk die van Derbey, de voorkeur verdient. Zij komt in de hoofdzaak geheel overeen met die, welke ik reeds vóór een aantal jaren, onder den naam van draagbaar zonmikroskoop, beschreven heb, en waarvan ook in dit werk (I. bl. 176, II. bl. 341, III. bl. 331) herhaaldelijk gewag is gemaakt. Alleenlijk bezigt Derbey een tafeltje, nagenoeg volkomen gelijkende op dat, hetwelk in het IIde Dl. Pl. I. fig. 3 is afgebeeld, hetgeen, nadat de spiegel *e* verwijderd is, er dan ook met het beste gevolg voor kan gebezigd worden. In de plaats van den spiegel stelt men het mikroskoop, en het beeld vormt zich dan op de glazen plaat *f*, waar men het op een doorschijnend gemaakt papier kan opvangen, en nateekenen. Ook Derbey neemt hierbij het oculair weg, en bezigt derhalve alleen het objectief tot daarstelling van het beeld, doch indien het zamengesteld mikroskoop eene geringe hoogte heeft, en er bovendien nog gelegenheid bestaat, om de buis

gewonen schroefmikrometer in een horizontaal vlak plaats heeft. Wil men b. v. den vertikalen afstand meten tusschen twee voorwerpen, die zich boven elkander in het gezigtsveld bevinden, dan wordt eerst het mikroskoop zoo ingesteld, dat men het eene voorwerp duidelijk en scherp ziet; vervolgens wordt de schroef omgedraaid, tot dat men het andere even scherp waarneemt, en nu afgelezen hoe veel geheele omwentelingen en gedeelten daarvan de schroef doorloopen heeft. Op deze wijze kan men b. v. de dikte van cellenlagen in plantenweefsels, van vaten enzv. bepalen, als ook die van de bij het mikroskopisch onderzoek gebezigde dekplaatjes, waarbij dan kleine stofdeeltjes, krasjes enzv. aan de beide oppervlakten, als herkenningsmiddelen dienen.

De eerste, die in 1828 op deze aanwending der schroef bedacht was, en er ook den naam van *focimeter* aan gaf, schijnt Dakin (1) te zijn geweest. Weinige jaren later werd ook, op voorslag van Solly, het door Ross voor Valentine vervaardigd mikroskoop (z. bl. 109), daarvan voorzien. De schroef had hier 50 draden in eenen duim, en de wijzerplaat was in 100 deelen verdeeld, zoodat elke afdeeling aan $\frac{1}{5000}$ duim (ongeveer 0,005 millim.) beantwoordde.

Zonder hiermede bekend te zijn kwam ik in 1838 op hetzelfde denkbeeld, en voorzag mijn reeds beschreven enkelvoudig mikroskoop, waarbij gesmolten glasbolletjes als vergroot-

---

te verkorten, gelijk bij die van Amici, van Nachet, en de nieuwere van Oberhäuser, dan blijft er nog een genoegzaam groote afstand tusschen de glazen plaat en het oculair over, en kan men zeer gevoeglijk ook het laatste ter versterking der vergrooting bezigen. Overigens geldt ten aanzien van de hier aan te wenden verlichtingswijze, het afsluiten van het overtollige licht, enzv., al dat gene, wat vroeger betreffende het draagbaar zonmikroskoop gezegd is.

(1) *Philos. Magaz.* IV. p. 429.

glazen dienden, van zulk eenen focimeter, waarin de schroef op eene lengte van 18 millim. 30 windingen telt, en de wijzerplaat in 100 deelen verdeeld is, zoodat elke afdeeling met 0,006 millim. overeenkomt.

In den laatsten tijd is deze gewoonte, om op de knop der schroef voor de fijne instelling eene verdeeling te snijden, in Engeland vrij algemeen geworden. Bij de miskroskopen van Smith en Beck is dit bepaaldelijk geschied tot meting van de dikte der dekplaatjes, in verband gebragt met de veranderingen, welke het objectief dien overeenkomstig moet ondergaan (z. bl. 248). Ook Pritchard en Powell hebben zulke focimeters bij hunne mikroskopen gevoegd, daarbij de schroef doende werken in verband met een hellend vlak, waardoor de plaat, die de voorwerpen draagt, wordt opgeligt. Het gebruik van het hellend vlak tot fijne instelling klimt echter op tot Lyonet (z. bl. 66), die zich daarvan, ofschoon op eene ruwere wijze, reeds bij zijn ontleedmikroskoop bediende. Het spreekt overigens van zelf, dat hier al die talrijke wijzigingen kunnen worden aangebragt, waarvoor de onderscheidene inrigtingen tot fijne instelling zelve vatbaar zijn.

481. De laatste soort van meetwerktuigen, welke bij het mikroskopisch onderzoek te pas komen, zijn de *goniometers*.

Brewster (1) was de eerste, die in 1813 een bepaaldelijk voor hoekmetingen ingerigt mikroskoop beschreef. Het oculair was namelijk gevat in eene verdeelde cirkelplaat, voorzien van eenen nonius, en daarboven een spiegeltje van

(1) *New Instr.* p. 110.

zwart glas geplaatst. Door den verdeelden cirkel tegelijk met dit spiegeltje te draaijen, tot dat de lijnen die den hoek vormen, en welke, zich ter zelfder tijd in het gezigtsveld van het mikroskoop en in het spiegeltje vertoonende, te zamen eene enkele verlengde regte lijn schijnen uit te maken, en vervolgens door te draaijen, tot dat hetzelfde wederom plaats grijpt, werd de verlangde grootte van dien hoek gevonden.

Eenvoudiger is de inrigting in 1833 door Raspail (1) aangegeven, bestaande uit eenen in graden verdeelden cirkel op lijm (zoogenaamd glaspapier) gegraveerd, en geplaatst in het brandpunt van het bovenste oogglas, terwijl daarop een draad is gespannen in de rigting der middellijn. Op de beweegbare buis van dit bovenste oogglas is een van binnen zwart gemaakt kartonnen kokertje geplaatst, en hierin een tweede draad bevestigd, in dier voege dat beide draden elkander bedekken kunnen, maar wanneer het bovenste oogglas rond gedraaid wordt, elkander onder eenen zekeren hoek kruisen.

Deze inrigting was voorzeker zeer gebrekkig, maar zij werd later verbeterd door Chevalier, die naar hetzelfde beginsel den in fig. 15 Pl. V. afgebeelden toestel vervaardigde, bestaande uit twee cirkelronde glasplaten, op ieder van welke juist in de rigting der middellijn zich eene met eenen diamant getrokken streep bevindt. De eene dezer glasplaten is onbeweeglijk geplaatst in het brandpunt van het bovenste oogglas. De tweede bevindt zich onmiddelijk boven de eerste, maar is gevat in eenen in graden verdeelden ring *A*, die aan den omtrek van tanden is voorzien, waarin de tanden grijpen van

(1) *Nouveau Système de Chimie organique. Notions préliminaires* p. 53.

een klein rad ter zijde van het oculair geplaatst, en dat door eenen knop *a* rond gedraaid wordt.

Doch ofschoon beter dan de ruwere inrigting van Raspail, zoo veroorlooft echter zulk een Chevaliersche goniometer nog geenszins eene zeer naauwkeurige meting. Merkelijk beter voldoen hier twee andere handelwijzen, welke onderling daarin overeenkomen, dat in beiden gebruik gemaakt wordt van een oculair met een daarin gespannen spindraadkruis, wordende dan het hoekpunt van den hoek, dien men wenscht te meten, gebragt in het kruisingspunt, en wel zoodanig, dat een der beenen van den hoek een der draden schijnt te raken. Draait men dan óf het oculair om zijne as, óf de voorwerptafel, tot dat het andere been met denzelfden draad in aanraking komt, dan is het duidelijk, dat in beide gevallen de hoek gemeten wordt door den beschreven draaijingsboog.

Het eerste geschiedt bij den in 1846 door Carl Schmidt (1) beschreven goniometer. Hier is (z. fig. 15 Pl. IX) een in $\frac{1}{3}$ graden verdeelde cirkel *a b c* aan het ligchaam van het mikroskoop bevestigd. Een nonius *d*, met eene voor de betere aflezing daarboven geplaatste planoconvexe lens *e*, is vastgehecht op den rand van het oculair *p*, waarin zich een draadkruis bevindt. Een tweede nonius zoude kunnen worden aangebragt, tegen over de eerste, wanneer het kruisingspunt niet volkomen juist in de as ligt, maar Schmidt oordeelt, dat deze niet gevorderd wordt, indien het werktuig met zorg gemaakt is, daar hij bevond, dat, zonder deze voorzorg, met zijn door Schick vervaardigd mikroskoop, de daardoor mogelijke fout weinig meer dan 20 seconden bedroeg.

---

(1) *Entwurf einer allgemeinen Untersuchungs-methode der Säfte und Excrete des thierischen Organismus*, Mittau und Leipzig 1846, p. 19.

De tweede der genoemde inrigtingen treft men aan bij het mikroskoop van Pacini (z. Pl. VII. fig. 1), en bij de grootere mikroskopen van Brunner. In beiden is de ronde om hare as draaibare voorwerpplaat in graden en onderdeelen verdeeld, en wel zoodanig dat, door middel van eenen nonius, ook nog de minuten kunnen worden afgelezen.

Beide deze methoden zijn, van uit een theoretisch oogpunt beschouwd, even doelmatig. Echter zoude ik de voorkeur geven aan die van Schmidt, omdat men, het oculair om zijne as doende ronddraaijen, veel gemakkelijker het hoekpunt van het kristal juist in het kruisingspunt der draden houdt, daar in dit geval de vergrooting der beweging alleen door het oculair geschiedt, terwijl daarentegen elke beweging der voorwerptafel altijd veel sterker vergroot gezien wordt, omdat dan ook het objectief medewerkt.

Nog zuiverder uitkomsten schijnt echter de goniometer te beloven, die Leeson in 1846 het eerst in de zitting der *Brittish association* te Southampton vertoonde. Hier wordt de hoek gemeten door middel van een dubbel brekend prisma van kalkspaath of van kwarts, van zulk eene dikte dat de beelden van den te meten hoek slechts gedeeltelijk van een gescheiden worden. Deze goniometer is afgebeeld op Pl. X. fig. 13. *A* stelt het werktuig voor in perspectiefteekening, *B* in doorsnede. De letters in beiden duiden gelijke deelen aan.

Bij *a* is een achromatisch prisma van kalkspaath, waarvoor ook het kwartsprisma van Rochon (1) kan in plaats gesteld

(1) Rochon heeft het eerst in 1777 van de dubbele breking van kwarts gebruik gemaakt, tot het meten van hoeken met den verrekijker. Zie zijne reeds aangehaalde verhandeling p. 23.

worden; *b* is de koperen buis, waarin het prisma bevat is, met eene ronde opening boven die van het oculair. Deze buis glijdt stijf om de buis *c*, welke verbonden is met eenen arm *d*, waaraan zich de nonius bevindt van den in graden verdeelden cirkel *h*. Deze omgeeft het oculair *f*, waarvan de buis geschroefd wordt in eene andere buis *g*, die vast sluit in de buis van het mikroskoop. De nonius is voorzien van eene klemschroef *i* en eene instellingsschroef *k*. Daarboven is in het busje *e* eene loupe geplaatst voor de aflezing.

Leeson heeft bij dit werktuig nog eene bijzonder ingerigte voorwerptafel gevoegd, welke veroorlooft eenig kristal, op een glasplaatje vastgehecht, in die stelling te brengen, welke voor de meting de voordeeligste is. Zij is afgebeeld in fig. 14, in *A* in perspectief, in *B* in doorsnede. Het kristal wordt geplaatst op het glasplaatje *l*, hetwelk sluit in den ring *m*, welke wederom op zijne beurt sluit in den ring *n*. Voor grootere kristallen bezigt hij ook eenen ring met drie schroeven, tusschen welker met kurk bekleede uiteinden dan het kristal wordt vastgeklemd. Aan den ring *n* bevindt zich een half cirkelvormige plaat *p*, draaijende om twee schroeven *ii*, welke gaan door twee regtop staande stijltjes, zoodat zij door de klemschroef *r* onder alle hellingen kan gesteld worden. De plaat *p* kan in graden verdeeld zijn, in welk geval zij ook kan gebezigd worden voor het bepalen van de helling der optische assen bij gepolariseerd licht. Niet alleen kan de plaat *m* in alle rigtingen worden rondgedraaid binnen den ring *n*, en onder alle hellingshoeken geplaatst door den halven cirkel *p*, maar de geheele ring *o*, waarop de regtop staande stijltjes zijn ingeplant, kan ook rond gedraaid worden om de korte buis *u* (*B*) op de plaat *s*, welke bevestigd

wordt op de voorwerpplaat van het mikroskoop. De ring *o* kan mede in graden verdeeld zijn, en daardoor bruikbaar gemaakt worden bij onderzoekingen met gepolariseerd licht.

Wanneer nu een kristal door het prisma des goniometers gezien wordt, dan vertoonen zich, bij de ronddraaijing van het prisma, twee beelden daarvan, welke elkander op verschillende wijzen kunnen bedekken, b. v. op de wijze afgebeeld in fig. 15. Laat *abc* fig. 15 *A* de te meten hoek zijn, dan wordt eerst de nonius op nul geplaatst, en in die stelling vast geklemd. Vervolgens draait men de buis *b*, welke het prisma bevat om, tot dat de lijnen, die eene zijde van den hoek vormen, in beide beelden zamenvallen, zoo als de lijnen *ab* en *a'b'* in *B*. Nu maakt men den nonius los, en draait dezen over den in graden verdeelden cirkel, tot dat de beide lijnen, welke de andere zijde des hoeks vormen, ook zamenvallen, gelijk in *C*. De aldus doorgeloopen boog is de maat des hoeks of van deszelfs complement, al naar gelang der rigting, waarin de nonius rond bewogen is.

TOESTELLEN EN HULPMIDDELEN TOT BESCHERMING DER LENZEN, EN BIJ MIKROCHEMISCHE ONDERZOEKINGEN.

481. Bij het grootc meerendeel der mikroskopische onderzoekingen is het noodig de voorwerpen met doorschijnende plaatjes te bedekken. Zijn zij in eenig vocht gedompeld, dan dienen zulke plaatjes ter bescherming der lenzen voor de dampen, die daaruit oprijzen, en zich tegen de glasoppervlakte als kleine droppeltjes zouden aanzetten. Maar bovendien wordt, door zulke eene bedekking, de oppervlakte der voorwerpen plat gemaakt, iets dat merkelijk bijdraagt om de waarneming met meer zekerheid en gemak te doen plaats hebben, en, om redenen, die ligtelijk worden ingezien, des te noodiger is, naar mate sterkere vergrootingen worden gebezigd.

In de eerste tijden van het gebruik des mikroskoops bezigde men algemeen micaplaatjes voor deze bedekking, en zelfs tot voor weinige jaren was men genoodzaakt hiertoe altijd zijne toevlugt te nemen, wanneer zeer dunne dekplaatjes gevorderd werden. Zulke micaplaatjes zijn echter zelden vrij van kleine barstjes en scheurtjes, en het was daarom dat ik vroeger veel gebruik heb gemaakt van het zeer dunne glasvlies, dat men verkrijgt door in eene glasblazerslamp het gesloten einde eener glazen buis te verwarmen, en dit dan

plotseling tot eenen grooten bol uit te blazen. Thans echter kan men zoowel dit hulpmiddel als de mica ontbeeren, daar men zich bij alle vervaardigers van mikroskopen glazen dekplaatjes kan verschaffen, wier dikte niet meer dan $\frac{1}{5}$ - $\frac{1}{7}$ millimeter bedraagt, en die derhalve zelfs voor zeer sterke objectiefstelsels nog dun genoeg zijn.

In Engeland wordt dit dekglas voor mikroskopische praeparaten in het groot vervaardigd door Chance te Birmingham, en men kan het bij de engelsche instrumentmakers, des verkiezende, als groote platen bekomen, om daaruit vervolgens zelf dekplaatjes van willekeurige grootte te snijden. Hiertoe moet men zich echter van eenen schrijfdiamant bedienen, daar een gewone snijdiamant het dunne glas doet splinteren. Vierkante dekplaatjes snijdt men langs eene liniaal, ronde en ovale met behulp van metalen schijfjes van dien vorm (1) waarbij men dan eerst met den diamant langs het schijfje snijdt, en vervolgens van uit dezen omtrek naar buiten eenige straalsgewijze streepen trekt, die veroorlooven den overtolligen rand stukswijze af te breken.

v. Mohl (2) heeft gemeend in het doorschijnend papier van Schönbein een gepast middel ter vervanging der glazen dekplaatjes te vinden. Toen was de bereidingswijze daarvan nog niet bekend; thans weet men, dat men dit verkrijgt door eene etherische oplossing van schietkatoen, het zoogenaamde collodium, uit te gieten op eene horizontaal liggende met

---

(1) Oschatz heeft in Dingler's *Polyt. Journ.* 1849 XIII p. 191 een tamelijk zamengesteld werktuig beschreven, hoofdzakelijk bestemd om het dunno dekglas tot plaatjes te snijden. Blijkbaar is het hem onbekend geweest, dat men daartoe geenen snijdiamant, maar eenen schrijfdiamant moet bezigen, daar, bij het gebruik van deze, dit geheele werktuig overbodig is.

(2) *Mikrographie* s. 164 noot.

water bevochtigde glasplaat. Ofschoon ik niet wil ontkennen, dat het, goed bereid zijnde, vooral indien het daartoe gebruikte collodium zeer helder en doorschijnend is, soms als zoodanig kan gebezigd worden, zoo valt het echter niet te betwijfelen, of dit gebruik zal wel altijd zeer beperkt blijven, inzonderheid dewijl het, hoewel door water niet aangetast wordende, toch aan de werking van velerlei andere bij mikrochemische onderzoekingen aangewende vochten geen weêrstand biedt.

482. Behalve de dekplaatjes, heeft men in lateren tijd nog toestellen uitgedacht, die meer bepaaldelijk ten doel hebben, om bij onderzoekingen, waarbij óf het objectief onder water gebragt, óf de werking van scheikundige reactieven op de voorwerpen moet nagegaan worden, de lenzen te beschermen.

In 1850 beval Goring (1) daartoe twee kleine werktuigen aan, waaraan hij den naam van *direct and diagonal boot* gaf. Het eerste, de regte laars, is (z. Pl. VI. fig. 16 *A*) eene korte kegelvormig toeloopende buis *a b*, van onderen met een plat glas waterdigt gesloten, en bevestigd aan eene langere buis, die past om de mikroskoopbuis, waaraan de objectieven geschroefd worden. Deze laars dient om de lenzen, des gevorderd, in water te kunnen dompelen. Het tweede, de gebogen laars (z. fig. 16 *B*), heeft dezelfde zamenstelling, alleen met uitzondering van een onder eenen hoek van 45° geplaatst metalen spiegeltje of een regthoekig glasprisma *c*, terwijl het kegelvormig gedeelte horizontaal is, zoodat men voorwerpen, welke tegen de binnenvlakte van een glazen vat gehecht zijn, daarmede beschouwen kan.

(1) *Microsc. Illustr.* p. 55.

Met eene dergelijke bedoeling omgaf Raspail (1) het objectief met eene gesloten glazen buis, waarvan de oppervlakte tegen de lens aanligt. Raspail bezigde deze vooral om de werking gade te slaan der koking op de ligchamen, waarbij hij dan den spiegel door eene lichtvlam verving, en aan dit oogmerk voldoet eene buis, die geheel van glas is, dan ook beter dan de Goringsche laars, dewijl de stof, waarmede het glasplaatje daarin wordt vastgemaakt, door de warmte ligtelijk los laat. Doch voor de naauwkeurigheid der waarneming is daarentegen het aldaar gebezigde platte glas beter, omdat de gebogen vlakte van den bodem eener glazen buis altijd schadelijk werkt.

De meest vernuftige toestel voor mikrochemische onderzoekingen is zonder twijfel die van Chevalier, welke reeds op bl. 184 vermeld, en in fig. 6 en 7 Pl. V. afgebeeld is. De letters in beide figuren hebben gelijke beteekenis. Daarbij is het mikroskoop zoo ingerigt, dat de buis v (verg. fig. 5), welke het terugkaatsende prisma bevat, tegelijk met het objectief x, omgedraaid kan worden, zoodat dit laatste naar boven gekeerd is. Om de objectiefbuis x past de ring w, welke door den dwarsarm d' verbonden is met de vierkante staaf $c'c'$. Langs deze staaf beweegt zich, door een rondselwerk met de knop o', de langwerpig vierkante voorwerpplaat $z'z'$. Aan de beide uiteinden van deze ziet men twee kleine wijngeestlampen xx, bevestigd aan de kokertjes $n'n'$, die draaijen om de ronde stijltjes $m'm'$. In het midden der voorwerpplaat is eene ronde opening, waarin een horologieglas l kan geplaatst worden, dat het te verwarmen vocht bevat.

(1) *Chimie organique* p. 50.

De verlichting geschiedt door den spiegel *h'* en een draaijend diaphragma *p'*.

Uit deze beschrijving blijkt, dat bij dezen toestel een bepaaldelijk voor dit oogmerk vervaardigd mikroskoop behoort, en dat, de geheele inrigting tamelijk zamengesteld zijnde, de prijs van het werktuig daardoor eene niet onaanzienlijke verhooging moet ondergaan. Ook kost deze mikrochemische toestel, alleen met de lampen, bij Chevalier 90 tot 110 francs. En vraagt men nu of deze meerdere kosten inderdaad door het grootere nut worden opgewogen, dan kan ik deze vraag uit eigen ervaring niet anders dan met neen beantwoorden. Vooral is deze toestel geheel ongeschikt om de veranderingen na te gaan, die in de ligchamen tijdens de koking plaats grijpen, iets waartoe hij op den eersten blik zeer gepast schijnt te wezen, terwijl men bij het gebruik bevindt, dat, door de koking van het vocht, de kleine ligchamen geen oogenblik in het gezigtsveld, veel minder in het brandpunt van het objectief, blijven, en bovendien de spiegel weldra door de dampen beslaat, en ophoudt het licht behoorlijk terug te kaatsen.

Van weinig meerder nut beschouw ik het kleine regthoekige prisma van ongeveer 9 millim. hoogte, hetwelk in 1845 door Merz bij zijn mikroskoop is gevoegd, en hetwelk aan het objectief wordt geschroefd, zoodat een der kathetenvlakten naar een vat gekeerd is, dat op de voorwerptafel wordt geplaatst, en waarvan de zijwanden uit plat glas bestaan. Scheikundige reactiën, in dit vat plaats grijpende, kunnen dan op de gewone wijze van ter zijde gezien worden. Doch eensdeels kunnen daarbij slechts weinig vergrootende objectieven gebezigd worden, daar het prisma zich altijd tusschen het objectief en het vat bevindt, en anderdeels

kan de vochtlaag, waarin de reactie plaats grijpt, hier onmogelijk dun genoeg wezen, om de zich daarin bevindende voorwerpen behoorlijk bij doorvallend licht te zien, iets waartoe bovendien kunstlicht of een op eene bijzondere wijze geplaatste spiegel zoude gevorderd worden.

Nog altijd blijven voor mikrochemische onderzoekingen de eenvoudigste middelen, die op elk mikroskoop toepasselijk zijn, ook de beste, en, bij eenige voorzigtigheid en het gebruik van tamelijk groote dekplaatjes, loopt men weinig of geen gevaar van de objectieflenzen te beschadigen, zelfs wanneer men scherpe vlugtige reactieven aanwendt. Overigens zijn daaromtrent reeds in het vorige deel de noodige aanwijzingen gegeven.

Ten slotte vermeld ik hier nog den kleinen elektriciteitsontlader, dien Plössl het eerst heeft vervaardigd, om te dienen bij het nemen van proeven over de inwerking der elektriciteit op ligchamen, die zich onder het mikroskoop bevinden. Deze kleine toestel is, gelijk uit de afbeelding (Pl. V. fig. 14) blijkt, eigenlijk niets anders dan de gewone algemeene ontlader in het klein. Zij kan op de voorwerptafel geplaatst worden, en is zeer doelmatig ingerigt.

Ik herinner hier echter aan den eenvoudigen gemakkelijk te vervaardigen toestel door mij vroeger reeds (Dl. II. bl. 196) beschreven, en waardoor dit werktuigje, dat bij Plössl 5 conv. gl. (*f* 6,20) kost, inderdaad geheel ontbeerlijk wordt gemaakt.

WERKTUIGEN TOT VERVAARDIGING VAN MIKROSKOPISCHE PRAEPARATEN.

485. De eerste gebruikers van het mikroskoop bepaalden zich schier alleen tot het onderzoek der voorwerpen, zoo als de natuur deze oplevert. Kleine insekten aan eene naald gestoken, of tusschen twee micaplaatjes besloten, waren de geliefkoosde voorwerpen. Hoogstens bragt men de vleugels, pooten, sprieten en dergelijke deelen afzonderlijk onder het mikroskoop. Doch voor een eigenlijk anatomisch-mikroskopisch onderzoek waren de werktuigen, die men tot ontleding gebruikte, veel te grof.

Het was Jan Swammerdam (geboren in 1637, gestorven in 1680), die het eerst de werktuigen in evenredigheid bragt tot de fijnheid van het onderzoek, en het is althans gedeeltelijk hieraan, dat wij de heerlijke uitkomsten zijner voortreffelijke onderzoekingen over het inwendig maaksel der insekten verschuldigd zijn.

Boerhaave heeft in de levensbeschrijving van Swammerdam, geplaatst voor de door hem en Gaubius uitgegeven *Biblia Naturae*, verslag gegeven van de door Swammerdam gebezigde werktuigen. Daaruit blijkt dat hij, behalve van de reeds vroeger (bl. 46) vermelde door Samuel Musschenbroek vervaardigde ontleedtafel, gebruik

maakte van uiterst fijne schaartjes, waarin, zegt Boerhaave, zijn voornaamste geheim bestond; verders bediende hij zich van mesjes, lancetjes en naaldjes »zoo fijn dat zij niet zonder vergrootglas konden geslepen worden." De ingewanden en vaten blies hij op, door middel van glazen buisjes, die voor de vlam der glasblazerslamp tot eene fijne spits waren uitgetrokken. Dezelfde buisjes bezigde hij tot opvulling dezer deelen met gekleurde vochten. Hij doodde de insekten, alvorens hen te ontleden, door onderdompeling in water, wijngeest of terpenthijn, en verrigtte hunne ontleding vervolgens onder water.

Inderdaad zijn alle de reeds door Swammerdam gebezigde werktuigen tot op onzen tijd voor gelijke doeleinden in gebruik gebleven. Lyonet (1) en alle anderen, die na hem insekten ontleed hebben, hebben er zich van bediend.

484. Onder de door Boerhaave opgenoemde werktuigen wordt geen gewag gemaakt van kleine pincetten of tangetjes, om, gedurende de ontleding, de deelen te vatten. Doch, indien men het daarom ook al mogt betwijfelen, of Swammerdam daarvan heeft gebruik gemaakt, zoo is het echter zeker, dat zij, weinige jaren na zijnen dood, door Joh. Musschenbroek, bepaaldelijk voor het vatten der kleine mikroskopische voorwerpen, werden vervaardigd, en wel, gelijk uit Pl. I. fig. 10 *J* blijkt, nagenoeg geheel van gelijken vorm, als zij nog tegenwoordig bij de mikroskopen gevoegd worden.

(1) Zie over den ontleedtoestel van dezen zijnen brief aan Le Cat, geplaatst voor zijn *Traité anatomique de la chenille qui ronge le bois du saule.*

Eene voor sommige oogmerken doelmatige verandering is daarin vóór eenige jaren door Varley gemaakt. Dit pincet (z. Pl. VIII. fig. 13) is vooral dienstig, om voorwerpen, die onder water liggen, op te nemen; doch wanneer deze zich op den bodem van eenig vat bevinden, dan zal men zich met veel voordeel bedienen van het werktuig, hetwelk daartoe door Edwin Quekett is uitgedacht, en afgebeeld in fig. 7 Pl. VIII., naar een soortgelijk werktuig, hetwelk ik, met eenige kleine veranderingen, alhier heb doen vervaardigen. Het bestaat uit eene koperen buis *ab* van 5 tot 6 millim. in doormeter en van eene willekeurige lengte, van 20 centimeters en meer. Boven aan deze buis zijn twee koperdraden *c* en *d* vast gesoldeerd, die van boven aan eenen ring bevestigd zijn. Binnen in de buis is een stalen draad *ep*, van boven door eene schroef vereenigd met eene platte metaalstrook *fg*, die aan beide zijden is omgebogen, zoodat er de middelste en wijs-vinger in passen, terwijl de duim door den ring gestoken wordt. In deze metalen strook *fg* zijn twee openingen *ii*, voor doorlating der draden *c* en *d*. Het ondereinde van den draad *ep* is gespleten, en beide gedeelten goed gehard, zoodat zij sterk veeren, terwijl zij gebogen zijn in den vorm eener pincet, welke zich sluit, zoodra de de buis *ab* naar beneden gedrukt wordt.

De wijze, waarop dit in vele gevallen zeer nuttige werktuigje moet gebruikt worden, behoeft niet nader te worden opgehelderd, daar zij genoegzaam uit de afbeelding blijkt.

485. Wat de snijdende werktuigen aanbelangt, zoo zijn deze in de laatste jaren vermeerderd door de verschillende soorten van dubbelmessen, waarvan het eerste denkbeeld aan

Valentin (1) behoort. Overigens kan ik hier den lezer verwijzen naar het in het vorige deel, bl. 112, 145 en vervolg, daaromtrent medegedeelde.

In het voorbijgaan vermeld ik hier, dat Purkinje (2) zijn voornemen heeft te kennen gegeven, om eene mikrotomische voorwerptafel te doen vervaardigen met mikrometrisch beweegbare pincetten en schaartjes. Het is mij echter niet bekend, of hij aan dit voornemen gevolg heeft gegeven, en, zoo ja, of het eenige vruchten heeft gedragen, iets dat mij trouwens zeer twijfelachtig voorkomt.

Met het bepaalde doel, om dunne doorsneden van harde plantenweefsels daar te stellen, zijn reeds sedert lang velerlei werktuigen uitgedacht en in gebruik gekomen. De algemeene inrigting dezer snijwerktuigen of mikrotomen komt hierop neder, dat het voorwerp, b. v. een takje van eenen houtachtigen stengel, door eene schroef naar boven wordt bewogen, tot dat het even te voorschijn komt uit eene opening in eene platte oppervlakte van eenigen omvang. Is dan het uiteinde vooraf vlak afgesneden, dan kan men, door de schroef iets hooger of iets lager te stellen, met een scherp en vlak mes schijfjes van elke willekeurige dikte daarvan vervaardigen.

Het denkbeeld, om op die wijze zeer dunne en gelijke doorsneden te maken, ligt oogenschijnlijk zoo zeer voor de hand, dat het niet verwonderen kan, dat men reeds voor vele jaren aldus ingerigte snijwerktuigen vervaardigd heeft.

Een zoodanig, hetwelk alle blijken draagt eener oude dag teekening is hier op het physisch kabinet aanwezig, en bestaat uit eenen koperen cijlinder, welke doorboord is, zoodat

---

(1) *Repertorium für* 1838 IV. p. 30.

(2) *Handwörterbuch der Physiologie* 1844, II. Art. *Mikroskop* s. 428.

er een takje in geplaatst kan worden. Van onderen bevindt zich daarin eene schroef, bestemd om het voorwerp opwaarts te drijven, en aan de bovenvlakte twee zwaluwstaartvormige lijsten, waarin drie verschillende koperen plaatjes kunnen geschoven worden, met openingen van onderscheiden doormeter, van $\frac{1}{3}$ tot 6 millimeter. Is het takje door de schroef even boven zulk eene opening uitgebragt, dan dient de oppervlakte van het plaatje als geleidingsvlakte voor het mes.

Geheel op hetzelfde beginsel berust de meer volledige toestel, welken Adams in 1770 vervaardigde, en Cumming later verbeterde. Het is dezelfde, waarvan Custance zich bediende, die zich veel naam heeft gemaakt, door het vervaardigen van dunne doorsneden van hout (1). In de hoofdzaak daarmede geheel overeenkomend is het onlangs door Quekett beschreven snijwerktuig, waarvan de afbeelding op Pl. VIII. fig. 15 gezien wordt. Het bestaat (z. fig. 15 *B*) uit een zwaar blok mahoniehout *a*, waarin vier stevige koperen zuilen *b c d e* zijn bevestigd, die eene vlakke tafel *m n* van hetzelfde metaal dragen, 20 centim. lang, 8 centim. breed en bijna 1 centim. dik; langs de eene zijde bevindt zich een verheven rand *i i*, die aan de tafel vast geschroefd is. Midden onder de tafel, maar nabij aan de tegenovergestelde zijde van die, waar de verheven rand is, is een doorboorde koperen cijlinder of buis *f* geschroefd, welke door de tafel heengaat, en 6 millim. boven hare oppervlakte uitsteekt. In de holte dezer buis past naauwkeurig een andere cijlinder *r* (z. fig. 15 *A*) mede geheel doorboord, doch met eene nagenoeg vierkante opening *s*, van ongeveer

(1) Adams *Essays* p. 128. De toestel is aldaar afgebeeld op Pl. IX. fig. 1.

1,5 centim. in doormeter. Deze laatste cijlinder kan bovenwaarts bewogen worden door eene schroef met veertig windingen op den duim; de knop *k* is verdeeld in vijfentwintig deelen, en de afdeelingen zijn zoo diep ingesneden, dat een dun wigvormig stuk staal daarin vast gedrukt wordt door eene veer *v*, waarmede het verbonden is. Deze inrigting beantwoordt aan twee oogmerken; vooreerst dient zij als mikrometer om te bepalen hoe hoog de cijlinder moet rijzen, om de dunste doorsnede te maken, en ten tweede wordt aldus de schroef verhinderd zich te bewegen. In een stevig koperen raam, van den vorm afgebeeld in *A*, en nagenoeg van gelijke dikte als de tafel, is een aan deszelfs benedenzijde volkomen vlak geslepen mes stevig bevestigd door twee sterke schroeven *h h*. Dit raam is zoo ingerigt, dat het zeer zacht achterwaarts en voorwaarts kan glijden over de bovenste oppervlakte der tafel. Het stukje hout, waarvan men eene doorsnede verlangt, wordt vastgedreven in de vierkante holte *s* van den cijlinder *r*, zoodat het ongeveer een achtste van een duim daarboven uitpuilt. Dan wordt de cijlinder *r* weder in de holte der buis *f* geplaatst, en wanneer nu het raam wordt voortbewogen, dan gaat de scherpe kant van het mes schuins over ieder gedeelte der oppervlakte van het hout, en, door de schroef iets meer of iets minder op te draaijen, kan men aan de doorsnede elke verlangde dikte geven.

Deze toestel schijnt inderdaad zeer geschikt te zijn voor het doel, waartoe zij bestemd is. Alleenlijk is het een gebrek, dat de houtstukjes in de holte des cijlinders moeten worden vastgedreven, en dat de opening van dezen eene bepaalde grootte heeft, waardoor geene ligchamen daarin kunnen bevestigd worden, wier doormeter geringer is. In dit gebrek is voorzien in een ander dergelijk snijwerktuig, door T o p p i n g

vervaardigd, waar de stukken hout in de voor hen bestemde holte worden vast geklemd door eene schroef, die tegen een gebogen koperen plaatje, en dit, op zijne beurt, tegen het hout aandrukt (1).

In sommige opzigten nog gepaster ingerigt dan het zoo even beschreven werktuig, is de mikrotoom van Oschatz (2) door Nösselt te Breslau vervaardigd, in doorsnede afgebeeld op Pl. VII. fig. 5, op de helft der ware grootte. Het werktuig is geheel van koper, en rust op eenen drievoet, welke echter in de figuur is weggelaten. In het midden van de ronde plaat *aa* is de buis *b* bevestigd, waarin zich de cijlinder *c* beweegt. Over het benedenste dunnere gedeelte der buis *b* laat zich eene tweede *d* verschuiven en door een paar moeren *ee* vastklemmen, doordien de daarbij behoorende schroefstiften door twee sleuven in *d* gaan, welke in de teekening niet zijn aangeduid. Het benedenste gedeelte van *d* vormt de moer voor de schroef *f*, waardoor, zoodra *d* op *b* vastgeklemd is, de cijlinder *c* in beweging wordt gebragt, zonder dat deze in de draaijende beweging der schroef deelt; de inrigting hiertoe is duidelijk genoeg uit de figuur. Om de verschuifbare buis *d* bevindt zich een ring *g*, die door eene schroef *h* kan vastgesteld worden, en eenen wijzer *i* draagt, langs welken de knop *k* der schroef voorbij gaat. Deze knop is in 100 deelen verdeeld, en, daar elke schroefgang $\frac{1}{3}$ lijn bedraagt, zoo beantwoordt elke verdeeling aan eenen voortgang des cijlinders van $\frac{1}{300}$ lijn. In het midden des cijlinders *c* is eene schroefmoer geboord, waarin de voorwerpdrager *l* kan worden vastgeschroefd. De inrigting

(1) Zie de beschrijving en afbeelding bij Quekett, l. c. p. 309.

(2) Simon's *Beiträge zur physiologischen und pathologischen Chemie und Mikroskopie* I. p. 131.

van dezen heeft veel overeenkomst met die van eenen schroefstok; alleenlijk gaat de beweeglijke kant daarvan, door middel van een paar geleidingsstiften, evenwijdig met de vaststaande. Ten einde aan het mes, waarmede de doorsnede zal verrigt worden, eene zoo groot mogelijke geleidingsvlakte te geven, wordt op de plaat eene schijf *p* gelegd, voorzien van een (niet in de figuur afgebeeld) knopje, waarmede zij gemakkelijk kan opgenomen worden; hierop zijn twee platen *m m* verschuifbaar, in dier voege dat de opening, waardoor het voorwerp boven de oppervlakte komt, daardoor naar willekeur vernaauwd kan worden.

Aanvankelijk bezigde Osehatz bij dit werktuig een los mes. Later echter vervaardigde Nösselt ook eenen eigenen toestel voor deszelfs werktuiglijke beweging, waarvan echter geene uitvoerige beschrijving is gegeven, maar welke, blijkens het daaromtrent medegedeelde, bestaat uit eenen ring, waarin het mes tusschen twee spitsen is opgehangen, terwijl de ring zelf ook tusschen twee spitsen zweeft. De regtlijnige snede van het mes wordt door veeren op de geleidingsplaat gehouden. Door eene fijne schroef wordt het mes loodregt tegen het voorwerp gevoerd, en maakt het, bij iedere omdraaijing van de as der schroef, eene heen en weder gaande beweging, door middel van twee afwisselend werkende getande stangen.

Nog eene andere inrigting tot hetzelfde doel is voor korten tijd door G. F. de Capanema uitgedacht, en door Unger te Munehen naar zijn voorschrift vervaardigd (1). Zij is in de ware grootte afgebeeld op Pl. X. fig. 22, in *A* van boven gezien, terwijl *B* het werktuig in doorsnede met een der

(1) *Flora* 1848 N°. 29, s. 465.

zijwanden voorstelt (1). Het bestaat uit eene vierkante koperen bus, aan de vier hoeken, door middel der stalen schroeven *mm* stevig verbonden met het stalen raam *bb*, dat als geleidingsvlakte voor het mes dient. Van binnen bevindt zich het vierkante stuk *d*, hetwelk twee zwaluwstaartvormige kanten *ee* heeft. In dit stuk *d* zijn aan weerszijden twee schuins staande vierkante openingen geboord, waarin twee onder eenen zekeren hoek staande en met de zijstukken verbonden vierkante staven *c* (de andere is in de figuur niet te zien) passen. In eene vertikale opening tusschen de beide andere past het cijlindertje *l*, van onderen voorzien van eene moer, waarin de mikrometerschroef *x* draait. Wordt deze rond bewogen, dan gaat derhalve het stuk *d*, langs het hellend vlak *c*, op of neer. Ter vastklemming van het voorwerp, dient de schroef *g* met de kruk *k*, waarvoor eene met de staaf *c* evenwijdig loopende langwerpige opening in den wand is gemaakt. Door deze kruk rond te draaijen, wordt de stalen lijst *f'*, die tusschen *ee* beweegbaar is, nader bij de vaststaande stalen lijst *f* gebragt, en tusschen deze beiden in het voorwerp vastgeklemd. Met het daarbij behoorende mes kost deze mikrotoom bij Unger 6 fl. 12 kr. rh. (*f* 6,26)

Van deze verschillende mikrotomen kan ik, uit eigen ondervinding, alleen over het laatste werktuig oordeelen. Zonder iets te willen afdingen op de vernuftige wijze, waarop hier de beweging langs een hellend vlak met die eener schroef verbonden is, zoo moet ik echter erkennen, dat ik er tot hiertoe weinig nut van ondervonden heb. Het is echter waarschijnlijk, dat andere mikrotomen, waarin het mes niet,

(1) Door eene vergissing is deze laatste figuur omgekeerd op de plaat gebragt.

zoo als hier, los in de hand gehouden, maar op werktuiglijke wijze, of althans door middel van een verschuifbaar raam, bewogen wordt, beter aan het oogmerk voldoen. Doch altijd zal het nut van dergelijke werktuigen zeer beperkt blijven, daar zij voor het meerendeel der anatomische onderzoekingen, waar doorsneden van zachte plantaardige of dierlijke weefsels verlangd worden, geheel onbruikbaar zijn, en eene snede met de vrije geoefende hand gevoerd hier veel betere uitkomsten geeft.

HANDELWIJZEN TOT BEWARING VAN MIKROSKOPISCHE PRAEPARATEN.

486. Het bewaren van mikroskopische voorwerpen is zoo oud als het mikroskoop zelf. Wij lezen in den brief van Willem van Boreel (z. bl. 26 noot), dat in het voetstuk van het mikroskoop van Hans en Zacharias Janssen, door hem bij Drebbel gezien, eenige kleine voorwerpen (*minuta quaeque*) bevat waren, welke zij vervolgens onder het mikroskoop vergroot zagen.

Niets was trouwens ook natuurlijker, dan dat men de eens geziene voorwerpen op de eene of andere wijze zocht te bewaren, ten einde hen steeds voor de beschouwing gereed te hebben. Ook geschiedde zulks, met die soort van voorwerpen, welke het eerst de aandacht trokken, namelijk kleine insekten en hunne deelen, zonder veel moeite, daar deze zich, op eene tamelijk voldoende wijze, in den gedroogden toestand lieten bewaren, tusschen een glas- en een micaplaatje, of tusschen twee plaatjes dezer laatste zelfstandigheid. Zulke voorwerpen waren het, waaraan de *vitra pulicaria* en *muscaria* hunnen naam ontleenden, en die ook de afzonderlijke vakjes vulden der draaijende schijf van het *microscopium parastaticum* van Kircher, en later die der houten en beenen schuifjes, welke, gelijk wij zagen, reeds op het einde der zeventiende eeuw in gebruik waren.

Intusschen had men ook toen reeds een begin gemaakt met het mikroskopisch-anatomisch onderzoek der weefsels en organen van dieren en planten, en getracht ook zulke meer tedere voorwerpen te bewaren.

Van Swammerdam vinden wij opgeteekend (1), dat hij de ingewanden en andere organen der door hem ontlede insekten tot dat einde opblies, dezelve vervolgens droogde, en met een vernis bestreek. Opmerking verdient hier vooral de door Boerhaave medegedeelde bijzonderheid, dat Swammerdam namelijk de kunst verstond, om de zenuwen der insekten zoo te balsemen, »dat deze op eene verwonderlijke wijze week en doorsigtig bleven."

Leeuwenhoek is echter de eerste, die gezegd kan worden eene verzameling te hebben aangelegd van mikroskopisch-anatomische praeparaten. Dat hij in de vervaardiging daarvan bijzonder uitmuntte, blijkt zoowel uit de door hem zelven gegeven beschrijvingen, als uit de getuigenis zijner tijdgenoten, die in de gelegenheid waren zijne praeparaten te zien (2).

Het schijnt mij niet onbelangrijk toe hier de lijst te laten volgen der praeparaten, welke vermeld worden in den catalogus der verkooping van Leeuwenhoek's mikroskopen, waarvan reeds vroeger (bl. 41 noot) is gewag gemaakt.

(1) Zie zijne levensbeschrijving, geplaatst voor de *Biblia naturae.*

(2) Folkes (*Philos. transact.* XXXII. p. 446) zegt dienaangaande het volgende: »*Nor ought we to forget a piece of skill in which he very particularly excelled, which was that of preparing his objects in the best manner to be viewed by the microscope; and of this I am persuaded any one will be satisfied, who shall apply himself to the examination of some of the same objects as do yet remain before these glasses. At least I have myself found so much difficulty in this particular, as to observe a very sensible difference between the appearance of the same object, when applyed by myself und when prepared by* Mr. Leeuwenhoek, *though viewed with glasses of the very same goodness.*

Dierlijke voorwerpen.

Spiervezelen van eenen walvisch.
» » eenen kabeljaauw.
» » het hart van een eendvogel.
Dwarse doorsnede der spieren van eenen visch.
Huidschubben van oen mensch.
Kristallens van een os.
Bloedbolletjes van een mensch.
Lever van een varken.
Dwarse doorsnede der blaas.
Blaas van een os.
Papillae der tong van een os.
Haar van een schaap.
» » » bever.
» » » eland.
» » » beer.
» uit de neus.
Schub van een baars.
» » » tong.
Spinwerktuig van een spinnekop.
Draden » » »
Angel » » »
Tanden » » »
Oogen » » »
Spinwerktuig van eene zijdeworm.
Hersenen van eene vlieg.
Gezigtszenuwen . . van eene vlieg.
Uiteinden der pooten » » »
Angel en koker van eene vloo.
Pooton » » »
Oogen van een rombout.
» » » kever.
Angel van eene luis.
Huid » » »
Legangol » » »
Bloedkoraal.
Doorsnede van een oesterschelp.
Ongeboren oesters in een buisje.

Plantaardige voorwerpen.

Dw. en overl. doorsn. v. ijpenhout.
,, ,, ,, ,, ,, greenenhout.
,, ,, ,, ,, ,, ebbenhout.
,, ,, ,, ,, ,, lindenhout.
,, ,, ,, ,, ,, eikenhout.
,, ,, ,, ,, ,, kaneel.
,, ,, ,, ,, ,, kurk.
,, ,, ,, ,, ,, bies.
Doorsnede van uitgedolven hout.
Kiem uit het zaad der rogge.
Vaatbundels uit de muskaatnoot.

Minerale voorwerpen.

Stukjes wit marmer, bergkristal, diamant, bladgoud, stofgoud, zilvererts, salpeterkristallen, enz.

Ofschoon ons niets gemeld wordt, omtrent de wijze, waarop deze voorwerpen door Leeuwenhoek werden bewaard, zoo mag men echter veilig aannemen, dat zij door hem alleen gedroogd werden, eene handelwijze, welke tot voor korten tijd, schier de eenige was, die men tot dit oogmerk bezigde. Bij alle mikroskopen, welke in de vorige eeuw en in de eerste jaren der tegenwoordige vervaardigd zijn, werden door de makers altijd een aantal gedroogde voorwerpen in beenen of houten schuifjes gevoegd, en men legde zich hierbij inzonderheid toe op uitwendige netheid en sierlijkheid van vorm der bewaarde voorwerpen, waarbij dan het weten-

schappelijk belang doorgaans minder werd in het oog gehouden. Zoo maakte zich in Engeland Custance veel naam door zijne keurige houtsneden, terwijl hier te lande Abraham IJpelaar (1) en Daniel Scholten (2) zoowel hierin als in de vervaardiging van vele andere mikroskopische praeparaten uitmuntten. Beiden bragten veel toe, om onder hunne land- en tijdgenoten den lust voor het gebruik van het mikroskoop aan te wakkeren, en dat zij, bij hoogeren wetenschappelijken zin, eene meer dan voldoende vaardigheid bezaten, om zelfstandige onderzoekers te kunnen zijn, dit bewijzen hunne nagelaten praeparaten van de ontwikkeling en het uit- en inwendig maaksel der vloo, der luis, der gaasvlieg enzv., waaronder er zijn, die de meest geoefende hand en het scherpste oog eer zouden aandoen.

In den lateren was het vooral Ehrenberg (3), die het droogen der mikroskopische praeparaten, als algemeene bewaringsmethode, aanprees. Hij raadde daarbij aan de drooging te versnellen, door aanwending eener zachte warmte boven eene lamp. In 1835 toonde hij aan de Berlijnsche academie eene verzameling van 1208 praeparaten, grootendeels van infusorien (4), waarvan sommige hunne structuur beter in den gedroogden, dan in den verschen toestand, vertoonden.

---

(1) Geboren in 1735, gestorven in 1811; zie zijne levensbeschrijving in *de Konst- en Letterbode* 1811 II. p. 403.

(2) Vergelijk over dezen de *Konst- en Letterbode* 1815 II. p. 356 en 376.

(3) *Abhandl. d. Berl. Acad.* 1835 p. 141.

(4) Waarschijnlijk zijn hier kieselschalige bacillariën of diatomeën bedoeld, welke, gelijk bekend is, door Ehrenberg tot zijne polygastrische infusorien gebragt worden.

Ook de vezelen der spieren, pezen en vliezen, zelfs de primitiefbuizen der zenuwen, van het ruggemerg, en van de hersenen zouden volgens hem, door zulk eene snelle drooging, in hunnen oorspronkelijken vorm bewaard blijven.

486. Ieder echter, die gepoogd heeft de elementaire deelen van dieren en planten door enkele drooging te bewaren, zal ondervonden hebben, dat, alhoewel de algemeene omtrekken aldus bewaard kunnen blijven, het fijnere maaksel echter grootendeels verloren gaat. Ook hebben zulke gedroogde praeparaten groote vijanden in verschillende dierlijke en plantaardige parasieten, waardoor zij binnen weinige jaren dikwerf onherstelbaar verwoest worden, zoodat het in elk geval noódig is hen voor de toetreding der lucht te behoeden.

Maar niet alleen tot behoud van den vorm van vele organische deelen, is het noodig vloeistoffen ter hunner bewaring te gebruiken, deze hebben ook nog een ander nut, daarin bestaande, dat zij, door verhooging der doorschijnendheid, vele bijzonderheden zigtbaar maken, die in de lucht niet kunnen worden waargenomen. Dit geldt inzonderheid van zulke vloeistoffen, die het licht zeer sterk breken, gelijk de terpenthijn, verschillende uit eenige harssoort en terpenthijnolie bestaande vernissen, enzv. Deze werden reeds door Lieberkühn aangewend, ter bewaring zijner geinjicieerde praeparaten, waaronder er zijn, die in nieuweren tijd nog niet overtroffen werden.

Pritchard (1) schijnt de eerste geweest te zijn, die, ook voor andere gedroogde voorwerpen, van een terpenthijnvernis

(1) *Microscopic cabinet* p. 230.

gebruik heeft gemaakt. In sommige gevallen bezigde hij, in plaats van dit, echter eene gomoplossing. De canabalsem, welke thans schier uitsluitend tot dit oogmerk wordt aangewend, werd, op raad van J. F. Cooper, in 1832 door Bond tot het vervaardigen van mikroskopische praeparaten gebezigd (1). Pritchard volgde dit voorbeeld na, en maakte in 1835 er de eerste openlijke melding van (2).

In Engeland werd de bewaring van praeparaten, in den geheel vochtigen toestand, het eerst in 1841 door Goadby (3) beproefd. Hij bezigde voor dierlijke zelfstandigheden een vocht, verkregen door oplossing van 4 onsen keukenzout, 2 onsen aluin, en 4 grein sublimaat, in 2 quart (2,3 liter) kokend water. Langs de randen van het glasplaatje, waarmede hij het in een droppel van dit vocht gedompeld praeparaat bedekte, streek hij het door de verlakkers gebruikte goudvernis of goudlijm, zijnde een mengsel van gekookte lijnolie, goudglit, animehars en terpenthijn.

Griffith (4) beval hetzelfde bewaarvocht aan voor plantenpraeparaten, en onderzocht tevens verschillende zelfstandigheden, ten opzigte hunner meerdere of mindere geschiktheid om als afsluitingsmiddel te dienen, t. w. 1°. eene oplossing van canadabalsem in ether of terpenthijnolie, uitgedampt tot de dikte, dat zij met eene penseel kan opgebragt worden; 2°. een mengsel van goudlijm en loodwit; 3°. een mengsel van goudlijm en menie, en 4°. een mengsel van fijn lampzwart met vernis. Voor voorwerpen, die te dik zijn, of

(1) Quekett l. c. p. 275.

(2) In zijne: *List of Two Thousand Microscopic Objects*, in dat jaar uitgekomen.

(3) *Microscopic Journal* I. p. 183.

(4) *Annals and Magaz. of Natur. Hist.* XII. p. 115.

geene drukking kunnen verdragen, bezigde Griffith glasplaatjes met uitgeslepen holten, of glasringen, die met canadabalsem op een glasplaatje werden vastgekleefd.

Bepaaldelijk tot het bewaren van algen werd door Thwaites te Bristol (1) een mengsel aanbevolen van 1 deel alkohol met 12 deelen water en zooveel kreosoot, als het vermag op te nemen. Volgens een later voorschrift (2) bedraagt de hoeveelheid water 16 deelen, en moet het mengsel met een weinig kalk geschud, vervolgens gefiltreerd, en daarna bij het vocht eene gelijke hoeveelheid kamferwater gevoegd worden. Thwaites bezigde goudlijm als afsluitingsmiddel en micaplaatjes ter bedekking. Waar de voorwerpen voor drukking moeten behoed worden, maakte hij eerst eene soort van ondiep bakje, door op een glasplaatje eenen ring van goudlijm te trekken. Verscheidene jaren vroeger had echter Valentine, en later ook Holland (3) het vervaardigen van dergelijke bakjes geleerd, door middel van loodwitverw. De eerste bezigde, om de verw op het glas te brengen, een wigvormig toegesneden stukje palmhout, hetwelk op de wijze van een troffel gebruikt wordt. Door achtereenvolgens telkens nieuwe lagen op te brengen, naarmate de oude droogen, kan men aan zulke bakjes of zoogenaamde cellen eene willekeurige diepte geven.

Voor het bewaren van planten-praeparaten, zoude volgens W. Reckitt (4) gewoon water de voorkeur verdienen boven de oplossing van Goadby, en nog later is door Warrington (5)

---

(1) *Ann. and Mag. of Nat. History*, 1844 XV. p. 104.
(2) Ralf *Desmidiae* p. 40. — Quekett l. c. p. 271.
(3) *Transact. of the Soc. of Arts*, XLVIII. p. 123.
(4) *Ann. a. Magaz. of Nat. Hist.* XV. p. 242.
(5) Quekett l. c. p. 271.

de glijcerine, hetzij zuiver, hetzij vermengd met twee deelen water, tot hetzelfde doel aanbevolen.

Terwijl men aldus in Engeland bedacht was op het vinden van verschillende handelwijzen tot het bewaren van mikroskopische voorwerpen in hunnen oorspronkelijken onveranderden toestand, bleef men ook op het vaste land, in dit opzigt, niet achterlijk.

In 1841 kwam ik op het denkbeeld om de praeparaten, welke ik, ten behoeve mijner phytotomische demonstratiën, aanvankelijk telkens vóór elke les nieuw vervaardigde, te bevochtigen met eene oplossing van chorcalcium, ten einde aldus te verhoeden, dat zij niet verdroogd waren op het oogenblik, dat zij moesten vertoond worden. Hierbij bleek het mij weldra, dat ik niet alleen dit doel, maar ook nog een ander, namelijk het onveranderd houden der praeparaten voor eenen onbepaalden tijd, bereikt had, en nadat ik hiervan de volle overtuiging meende verkregen te hebben, gaf ik van dit middel een kort berigt (1). Wat de overige bewaar-

(1) *Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie* 1843. In den laatsten tijd heeft zich in deze bewaarmethode een gebrek geopenbaard, hetwelk ik hier ter plaatse meen te moeten vermelden. Er beginnen zich namelijk in vele praeparaten, te midden van den droppel der verzadigde chorealciumoplossing, talrijke draden te vormen eener eigene *Hygrococcis*-soort, welke zich allengs van praeparaat tot praeparaat, en van lade tot lade, voortplant, zoodat deze schimmel alle de aldus bewaarde voorwerpen geheel dreigt te bederven. Ik heb daarom in den regel afgezien van het bewaren van zulke niet door lutum van de lucht afgesloten praeparaten, maar behandel tegenwoordig ook al de zoodanige, die in chorealciumoplossing gehouden worden, op dezelfde wijze als de overigen, t. w. door bestrijking der randen van het dekplaatje met het vroeger beschreven lutum. Dit levert nog bovendien het voordeel op, dat men daarbij geene verzadigde oplossing behoeft te gebruiken, maar, al naar gelang het weefsel jeugdiger is, mengsels van één deel verzadigde oplossing met 2 tot 10 deelen water kan bezigen.

methoden betreft, die in het laatste hoofdstuk van het vorige deel van dit werk beschreven zijn, zoo dagteekenen deze allen van het laatst van het jaar 1843. Ik voeg er hier ter plaatse alleen bij, dat op dit oogenblik het getal der door mij bijeengebragte praeparaten reeds ongeveer zes duizend bedraagt.

Omstreeks denzelfden tijd en gedeeltelijk vroeger, deelde ook Oschatz (1), toen te Breslau, later te Berlijn, bruikbare handelwijzen tot hetzelfde doel mede. Hij bezigt, als bewaarvochten voor plantaardige voorwerpen, eene sterke suikeroplossing, en, voor dierlijke, eene verzadigde oplossing van arsenigzuur. De voorwerpen worden in deze vochten besloten tusschen twee glasplaatjes; ten einde deze op eenigen afstand van elkander te houden, wendde Oschatz eerst ringen aan van wit papier of van het merg van verschillende plantenstengels; later echter bedekte hij de plaats der glasplaat, welke voor het praeparaat bestemd is, met een blaadje vischlijm, en bestreek vervolgens de geheele glasplaat eenige malen met kopalvernis, dat met een weinig zwartzel is vermengd. De vernislaag gedroogd zijnde, kan dan het vischlijmplaatje, dat gemakkelijk loslaat, worden verwijderd, met achterlating eener vrije ruimte, omgeven door den rand van het ingedroogde vernis. Ter afsluiting maakt hij gebruik van hetzelfde vernis of van asphaltlak.

Op het einde van 1843 verscheen ook het verslag (2) over de werkzaamheden van het physiologisch instituut te Breslau, door Pappenheim opgesteld, waarin deze zijne

---

(1) Zijne eerste mededeelingen daaromtrent komen voor in het *Uebersicht d. Arb. u. Verh. d. Schles. Gesclsch. f. vaterl. Kultur im Jahre* 1841. Latere meer volledige berigten gaf hij in Simon's *Beiträge zur phys. u pathol. Chemie u Mikroskopie* 1843 I. s. 134 en 317.

(2) Simon's *Beiträge* 1843 I. s. 500.

handelwijzen tot bewaring van dierlijke mikroskopische praeparaten mededeelt. Als bewaarvochten wendt hij aan oplossingen van verschillende stoffen, al naar gelang van het weefsel, namelijk: enkel water voor beenderen, kraakbeenderen, dwars gestreepte spieren en embryones; zuren, inzonderheid azijnzuur, voor alle praeparaten, waarin men de kernen of de zenuwen wil doen uitkomen, voor elastisch weefsel en de onwillekeurige spiervezelen; bijtende loogzouten in verschillenden verdunningsgraad voor hersenen, ruggemerg en embryones; koolstofzure potasch voor bloed bevattende vaten, opgespoten organen, doorsneden van het ruggemerg; witte siroop met $\frac{1}{100}$ strijchnine, om de gisting te verhinderen, voor de staafjeslaag van het netvlies, de macula lutea, met trilhaartjes bezette oppervlakten; eindelijk eupion voor de gekleurde tweelingligchaampjes van het netvlies der vogelen. Het praeparaat wordt in een dezer vochten op een rond of vierkant glasplaatje gebragt, dat vooraf geplaatst is op eenen hollen dunwandigen cijlinder (*mikroskopische stander* door Pappenheim genoemd), van $\frac{3}{4}$ duim hoogte en voorzien van eenen rand, die als voet dient, van $\frac{1}{2}$ duim breedte. De doormeter van dezen hollen cijlinder moet iets geringer zijn dan die van het daarop te leggen glasplaatje. In den rand is eene groeve, bestemd om het overtollige vocht op te nemen, dat afvloeit, nadat het praeparaat met een glasplaatje bedekt, en aan den gevorderden graad van drukking onderworpen is. Eindelijk worden dan de randen van dit laatste bestreken met asphaltlak of schellakvernis, het praeparaat van den stander genomen, en bewaard.

Purkinje (1) heeft deze standers mede doelmatig gevon-

(1) Wagner's *Wörterbuch* I. p. 436.

den. Zijne bewaarvochten zijn gedeeltelijk dezelfde, als die van Pappenheim, namelijk water, azijnzuur en bijtende potasch, en bovendien eene oplossing van keukenzout, Goadby's reeds vermelde oplossing, en olie. Bij zulke voorwerpen, die slechts eenen zekeren graad van drukking kunnen verduren, brengt hij, tusschen de beide glasplaatjes, vooraf drie of vier kleine wasbolletjes. Als afsluitingsmiddel gebruikt hij een vernis van kopal, asphalt of dammarhars.

Uit dit beknopte overzigt blijkt, dat men nagenoeg gelijktijdig (in het jaar 1841) op verschillende punten van Europa bedacht is geweest, om te voorzien in de behoefte aan middelen, om fijnere mikroskopisch-anatomische praeparaten te bewaren, op eene dergelijke wijze, als men reeds sedert lang gewoon was met grootere voorwerpen te doen. Hierdoor en door de vervolgens in deze onderscheidene handelwijzen aangebragte verbeteringen, is men thans in staat nagenoeg alle dierlijke en plantaardige weefsels, in eenen ongeschonden toestand, vele jaren lang te doen voortduren, en verzamelingen daarvan aan te leggen, waarin de praeparaten stelselmatig kunnen worden gerangschikt, zoodat men met hetzelfde gemak, als ware zij een open geslagen plaatwerk, zulk eene verzameling kan doorloopen, en haar aan het onderwijs in phytotomie, zoötomie enzv., dienstbaar maken.

VERBETERINGEN EN BIJVOEGSELEN.

I^ste^ DEEL.

§ 18, bl. 14. Hier is, op het voorbeeld van vele schrijvers, als openingshoek van eenen hollen spiegel, de hoek aangemerkt, welke gevormd wordt door twee radii, die zich van uit het middelpunt naar den uitersten omtrek des spiegels begeven. In de latere gedeelten van dit werk, b. v. in § 172 en elders, heb ik, ten einde eenen juisteren grondslag te hebben voor de vergelijking tusschen spiegels en lenzen, den openingshoek beschouwd als gevormd door twee lijnen, die, van den omtrek des spiegels uitgaande, elkander in het brandpunt ontmoeten.

§ 41, bl. 35. Ten gevolge eener rekenfout, is hier de negatieve brandpuntsafstand van eenen diamanten bol te groot aangegeven. Deze bedraagt, onder de aldaar gestelde omstandigheden, $-1{,}55$, en de afstand van het brandpunt van het middelpunt des bols is derhalve 8,47 deelen.

§ 57, bl. 52. Het in deze paragraaf gezegde is niet geheel juist. Op een scherm, in $a''\ b'$ fig. 39 gehouden, zal zich, gelijk uit de figuur blijkt, een beeld met eenen rooden rand vormen, terwijl het beeld, in $a'''\ b'''$ opgevangen, — men denke zich hierbij de blaauwe stralen door de punten a'' en b'' verder verlengd, — eenen blaauwen rand zal bezitten.

§ 82, bl. 81, noot (3). In de tweede formule zijn twee drukfouten. Zij moet zijn:

$$\text{Log. } Q = 5{,}51445 + \text{Log. } \frac{d}{a+b}$$

§ 107—113, bl. 119 en verv. Het is mij aangenaam hier ter plaatse eene aanmerking van mijnen ambtgenoot van Rees op te nemen, waarvan ik de geldigheid gaarne en ten volle erken. Zij luidt als volgt:

»Hetgeen hier omtrent het vergrootend vermogen der loupe gezegd wordt, schijnt mij minder juist. Daarbij wordt aangenomen, dat de loupe op zich zelve tot de vergrooting niets bijdraagt, en derhalve de gezigtshoek en het netvliesbeeldje, door tusschenplaatsing der loupe, niet veranderen, zoodat deze alleen dient om het diffuse netvliesbeeldje zuiver en net te maken.

»Het tegendeel blijkt dadelijk uit fig. 56. Indien de loupe AB niet aanwezig ware, zoude de gezigtshoek bepaald worden door de rigtingslijnen, uit het kruisingspunt o naar de uiteinden a en b van het voorwerp getrokken. Bij tusschenplaatsing der loupe, is de gezigtshoek bepaald door de rigtingslijnen oa'', ob'', getrokken naar de uiteinden van het schijnbeeld a'' b''. Nu is het duidelijk, dat de hoek $a''ob''$ grooter is dan de hoek aob. De loupe vergroot dus werkelijk den gezigtshoek, en dus ook het netvliesbeeldje.

»De berekening van de grootte der netvliesbeeldjes in § 113 wordt daardoor onnaauwkeurig. Zij is afgeleid uit de grootte van het voorwerp ab en deszelfs afstand van het kruisingspunt; zij behoort afgeleid te worden uit de grootte en afstand van het schijnbeeld a'' b''.

»Hiermede vervalt tevens de grond, waarop in § 111 beweerd wordt, dat, indien een bijziende en een verziende door hetzelfde enkelvoudige mikroskoop zien, de eerste de voorwerpen werkelijk grooter waarneemt, dan de laatste.

» Eene juiste theorie der loupe leidt tot andere uitkomsten. Daar ik die nergens behoorlijk ontwikkeld heb gevonden, laat ik ze hier volgen. Ik behoud daarbij de letters der fig. 56; c' is het netvlies, o het kruisingspunt, R het optische middelpunt der loupe, c de plaats van het voorwerp, c'' die van het schijnbeeld.



Zij verder:

d de doormeter van het voorwerp.

d'' » » » » schijnbeeld.

d' » » » » netvliesbeeldje.

$a = c''o$ de duidelijkheidsafstand, afgerekend van het kruisingspunt.

$b = Ro$ de afstand der loupe van het kruisingspunt.

$c = c'o$ » » van het kruisingspunt en het netvlies.

p de brandpuntsafstand der loupe.

Dan is $d'' : d = c''R : cR.$

Maar volgens eene bekende formule is

$$cR = \frac{p.\, c''R}{c''R+p}.$$

Hierdoor wordt de vorige evenredigheid

$$d'' : d = 1 : \frac{p}{c''R+p},$$

of, dewijl $c''R = a - b$ is,

$$d'' : d = 1 : \frac{p}{a-b+p},$$

waaruit $$d'' = \frac{a-b+p}{p}.d.$$

Voorts heeft men, dewijl de rigtingslijnen $a''oa'$, $b''ob'$ (fig. 56), die de grootte van het netvliesbeeldje bepalen, zich in o kruisen.

$$d' : d'' = oc' : oc''$$
$$= c : a$$

dus
$$d' = \frac{c\,d''}{a}$$
$$= \frac{a-b+p}{a}\ \frac{cd}{p}$$
$$= \left[1+\frac{p-b}{a}\right]\frac{cd}{p}$$

» In deze uitdrukking van den doormeter van het netvliesbeeldje zijn b, c, d, p gegevene grootheden, die alleen van de afmetingen van het oog en de plaatsing en brandpuntsafstand van de loupe afhangen, en waarin dus de bij- of verziendheid van het oog niets verandert. Deze heeft alleen invloed op den duidelijkheidsafstand a. Om na te gaan, welke deze invloed zij, zullen wij drie gevallen onderscheiden.

1°. $p = b$. De brandpuntsafstand der loupe is juist gelijk aan haren afstand van het kruisingspunt. Dan is:

$$d' = \frac{c\,d}{p}$$

De invloed van bij- of verziendheid verdwijnt dan geheel; het netvliesbeeldje is voor bij- en verzienden even groot.

2°. $p > b$. De breuk $\frac{p-b}{a}$, en dus ook d', zal des te grooter zijn, hoe kleiner de noemer a is. In dit geval is derhalve het netvliesbeeldje voor den bijzienden grooter dan voor den verzienden.

3°. $p < b$. De breuk $\frac{p-b}{a}$ wordt nu negatief, dus d' des te kleiner hoe kleiner a is, zoodat nu het netvliesbeeldje voor den bijzienden kleiner wordt dan voor den verzienden.

» Men ziet ligt, dat dit laatste geval het meest gewone is, en zelfs het eenigst mogelijke bij sterk vergrootende loupen, wier brandpuntsafstand $p < 10$ mm., terwijl Ro of b steeds grooter dan de afstand van het hoornvlies en het kruisingspunt, dus > 10 mm. is.

» Het voorbeeld in § 112 en 113 berekend, behoort tot dit derde geval. Daarin wordt gesteld (bij de opgegevene duidelijksafstanden 10 mm. voegende, omdat die van het hoornvlies afgerekend zijn)

$$a = 162+10 = 172 \text{ voor } A$$
$$= 572+10 = 382 \text{ voor } B$$
$$b = 2+10 = 12$$
$$c = 14$$
$$d = 1$$
$$p = 10$$

» Hieruit vindt men

voor A $\quad d' = \left[1 - \frac{2}{172}\right] \frac{14}{10} = 1{,}384$

voor B $\quad d' = \left[1 - \frac{2}{382}\right] \frac{14}{10} = 1{,}395$

» Het netvliesbeeldje is dus voor den verzienden B iets grooter dan voor den bijzienden A. Veel aanmerkelijker echter is het verschil van de absolute waarde dier netvliesbeeldjes met die, welke in § 113 gevonden zijn. Zij zijn meer dan tweemaal zoo groot."

§ 127, bl. 154. De openingshoek van een lenzenstelsel kan niet gevonden worden op dezelfde wijze als bij eene enkele lens, maar daartoe moet de handelwijze worden aangewend, die ik later (I. bl. 360 en III. bl. 235) beschreven heb.

§ 170, bl. 238. Dat het kleine spiegeltje niet in het brandpunt, maar nader bij den elliptischen spiegel moet geplaatst zijn, is reeds opgemerkt, z. Dl. III. bl. 299, noot.

§ 178, bl. 284. De hoeveelheid teruggekaatst licht, aan de oppervlakte van een onder eenen hoek van 45° geplaatst glasplaatje, is hier te groot gesteld. Indien men de onderzoekingen van Fresnel ten grondslag legt, dan zoude, onder dezen invalshoek, slechts $\frac{1}{18}$ der de glasoppervlakte treffende stralen teruggekaatst worden, de overige $\frac{17}{18}$ het glas binnen dringen. Ik teeken dit hier te eer aan, dewijl deze dwaling ook invloed gehad heeft op mijne beschouwings-

wijze van den regtkeeringstoestel door middel van twee prismata (§ 184, bl. 264), welke ik echter later (III. bl. 260), na het onderzoek van een aldus ingerigt werktuig, gewijzigd heb.

§ 198, bl. 298. Onlangs (*Nederl. Lancet* 5de Jaarg. 2de Ser. bl. 309) heeft Donders de nuttigheid geroemd van mat geslepen glasruiten in het venster, waardoor de spiegel van het mikroskoop het licht opvangt. Ik kan zulks ten volle bevestigen, inzonderheid voor het geval, dat het venster naar de zuidzijde gelegen is, en, bij helderen hemel, de zon derhalve, gedurende een groot gedeelte des dags, in het vertrek schijnt. Door den spiegel naar zulk eene van achteren door de zon beschenen glasruit te rigten, heeft men eene inderdaad even goede verlichting met diffuus licht, als wanneer men het door eene witte wolk teruggekaatste zonlicht opvangt. Ten einde echter ook het voordeel des gebruiks van het regtstreeksche zonlicht te behouden, is het raadzaam de mat geslepen ruiten niet blijvend in het raam te bevestigen. In het vertrek, waarin ik gewoonlijk arbeid, heb ik het zoo doen inrigten, dat deze, in afzonderlijke lijsten besloten, langs de andere doorschijnende vensterruiten op en neêr schuiven, en, door middel van een over eene schijf en katrol loopend koord, tot de gevorderde hoogte opgetrokken of neêrgelaten kunnen worden. Overigens is het noodig uit verschillende mat geslepen platen, eene gepaste keuze te doen, om redenen, die op bl. 298 en 309, waar reeds hetzelfde middel voor het diffuus maken van kunstlicht door mij is aangeprezen, nader ontwikkeld zijn.

§ 205, bl. 329. In fig. 95 moeten de letters a en a' verwisseld worden.

§ 213, bl. 352. Moser (*Repert. d. Phys.* V. p. 399) heeft, tot hetzelfde hier vermelde doel, eenen kwikzilverdraad in een fijn haarbuisje aanbevolen. Deze voldoet ook werkelijk zeer goed, en heeft het voordeel van gemakkelijk, op een voorwerpplaatje bevestigd en met een dekplaatje bedekt, dat op eenen papieren ring rust, bewaard te kunnen worden, zoodat men hem dadelijk bij de hand heeft, wanneer men

den aberratietoestand van een mikroskoop wil toetsen. Alleenlijk zorge men eene uiterst dunne voor de glasblazersvlam uitgetrokken glazen buis hiervoor te nemen, terwijl bij de beoordeeling ook de dikte van den wand, die hier natuurlijk geheel denzelfden invloed als een dekplaatje heeft, moet in rekening gebragt worden.

§ 215, bl. 361. Het spreekt van zelf, dat het hier gezegde, aangaande den grootst mogelijken openingshoek, alleen enkele planoconvexe lenzen, en geen lenzenstelsels, betreft, daar het thans gelukt is (verg. b. v. Dl. III. bl. 238) aan dezen eenen merkelijk grooteren openingshoek dan van 90° te geven.

II^de^ DEEL.

§ 292, bl. 132. Behalve van de hier beschreven droppelfleschjes, kan men zich ook nog met voordeel van andere bedienen, welke tegenwoordig bij alle kooplieden in glaswaren voor scheikundig gebruik te bekomen zijn. Zij bestaan uit een klein cijlindrisch fleschje met eenen naauwen mond, waarin het wijdere gedeelte van de buis eener pipet is ingeslepen, welker spits tot nabij den bodem van het fleschje reikt. Op den hals der pipet past een ingeslepen glazen stop. Tot het gebruik vult men een gedeelte van den bol der pipet met het in het fleschje bevatte vocht, hetgeen geschieden kan, hetzij door opzuiging, of door den bol te verwarmen, waardoor de lucht gedeeltelijk uitgedreven wordt, zoodat, wanneer de pipet vervolgens in het vocht wordt gedompeld, dit er in opstijgt. De bol der pipet gedeeltelijk gevuld zijnde, wordt dan het vocht door de warmte der hand, ten gevolge der uitzetting van de overgebleven lucht, droppelsgewijs uitgedreven. Het is vooral voor zuren, dat droppelfleschjes van dezen vorm, zeer aanbevelenswaardig zijn.

§ 297, bl. 141. Onder de verhardingsmiddelen van dierlijke weefsels moet nog genoemd worden dat, hetwelk door Stilling (*Untersuchungen über den Bau und die Ver-*

richtungen des Gehirns, Jena 1846, p. 16) is aanbevolen, en welks doelmatigheid, bepaaldelijk tot het onderzoek van het algemeene maaksel der hersenen en van het ruggemerg, ik ten volle door eigene veelvuldige ondervinding bevestigen kan. Het bestaat daarin, dat men het deel, hetwelk men verharden wil, eerst plaatst in gewonen slappen spiritus, na eenigen tijd in iets sterkeren, en eindelijk in den sterksten zooveel mogelijk watervrijen alkohol. De duur van het verblijf in ieder vocht hangt natuurlijk geheel af van den omvang van het deel, en hieromtrent laten zich dus geene bepaalde voorschriften geven. Door deze handelwijze wordt de zelfstandigheid van hersenen en ruggemerg zoo zeer verhard, dat men er schier even dunne en doorschijnende doorsneden van kan vervaardigen als van gedroogde deelen. Ook berust zij werkelijk voor een gedeelte op eene soort van drooging, want, behalve de coagulatie van het eiwit, die hier plaats grijpt, wordt door den alkohol ook het in het weefsel voorhanden water opgenomen. Doch, terwijl bij enkele drooging de elementaire deelen met elkander in een smelten, en het weefsel daardoor geheel vormloos en onkenbaar wordt, blijven zij hier behoorlijk van elkander geisoleerd, en heeft men de beste gelegenheid om hen in hunne betrekkelijke plaatsing waar te nemen, ofschoon het van zelf spreekt, dat zij door de inwerking van den alkohol, wat hunne fijnere structuur betreft, iets verloren hebben.

Ten aanzien van gedroogde dierlijke weefsels, teeken ik hier nog aan, dat, gelijk Donders (*Ned. Lancet*, 2de Ser. 4de Jaarg. N°. 7 en 8 bl. 24) te regt heeft opgemerkt, de doorsneden van sommige, zoo als van het hoornvlies, de wanden der aderen en slagaderen, bij opweeking in water eene grootere ruimte dan in den versehen toestand innemen, terwijl zij in sterke zoutoplossingen slechts weinig opzwellen, en in eene slappere van bepaalde sterkte tot hun oorspronkelijk volumen terugkeeren.

§ 515, bl. 181. De alhier vermelde blaauwe injectiestof wordt somwijlen na eenig tijdsverloop in de vaten ontkleurd.

Het is mij gebleken, dat zulks veroorzaakt wordt door de onzuiverheid van het in den handel voorkomend berlijnsch blaauw. Raadzaam is het daarom óf het berlijnsch blaauw zelf te bereiden, door praecipitatie van een ijzerdeutoxydzout met protocyanuretum potassii et ferri, óf het in den handel voorkomende eerst te zuiveren, door het in eene mortier met eene gelijke hoeveelheid geconcentreerd zwavelzuur zamen te wrijven, en het daarna zoolang met water te wasschen als dit nog sporen van zuur vertoont.

Bl. 191. De handelwijzen, die men met zulk een goed gevolg bezigt om den weg zigtbaar te maken, dien het bloed volgt bij zijne voortbeweging door het dierlijk ligchaam, kunnen op planten niet worden toegepast, omdat hier het voedingssap zich in den regel niet vrij in vaten of buizen, maar door endosmotische werking van cel tot cel beweegt. Wel is waar gelukt het, hetzij door injectie of door capillaire opzuiging, de vaten in doorgesneden plantendeelen met gekleurde vochten te vullen, maar men heeft even weinig regt om hieruit te besluiten, dat zij de natuurlijke sapwegen in de levende plant zijn, als dat de tracheën der insekten bloedvaten zouden wezen, omdat deze onder dergelijke omstandigheden mede vocht opnemen. De eenige wijze om met zekerheid den weg aan te toonen, welke de sappen gedurende het leven volgen, bestaat daarin, dat men de geheel ongekwetste plant, die reeds sedert eenen geruimen tijd in eene bloempot gestaan heeft, zoodat men kan aannemen, dat alle wortelvezelen gaaf en ongeschonden zijn, met een vocht begiet, waarvan de tegenwoordigheid in de plant later op de eene of andere manier kan worden aangewezen. Planten, die in water groeijen, kunnen natuurlijk onmiddelijk in zulk een vocht worden geplaatst. Intusschen is ook hier de keus uiterst beperkt. Tot hiertoe is het niet gelukt gekleurde vochten onmiddelijk door de wortelen te doen opstijgen, ook niet de zoodanige waar de kleurstof in water is opgelost, gelijk b. v. aftreksels van lakmoes, campèchehout enzv. In zulke gevallen ondergaat de kleurstof, indien zij al opgenomen

wordt, dadelijk eene ontleding, daar de vochten in de plant even ongekleurd blijven als vroeger. Beter slaagt men door begieting met verdunde oplossingen van sommige zouten, waarvan de tegenwoordigheid in de weefsels dan later door de daarvoor gepaste réactieven kan worden aangetoond. Hieronder voldoet het best protocyanuretum potassii et ferri, hetwelk daartoe vóór eenige jaren door Hohninger (*Bot. Zeit.* 1845 p. 200) en laatstelijk door Hoffmann (*Bot. Zeit.* 1848 p. 577, 1850 p. 17) op gezegde wijze is aangewend, en mede door mij bij een aantal planten met gunstig gevolg beproefd is. Ten einde hierdoor echter tot zekere uitkomsten te geraken, moeten eenige voorzorgen worden in acht genomen.

Vooreerst bezige men, — om redenen, welke geene nadere uiteenzetting behoeven voor ieder, die geen vreemdeling is in de plantenphysiologie, — alleen eene zeer verdunde oplossing. Die, waarvan ik mij bedien, bevat op 400 deelen water 1 deel van het genoemde zout.

Ten tweede late men aan de plant den noodigen tijd, om het vocht op te nemen. Doorgaans zijn 4—6 dagen daartoe voldoende. Het leerzaamst zijn dan die gedeelten, waar het vocht nog weinig is doorgedrongen, omdat men daarin het best kan waarnemen, welke de wegen zijn, die het sap bij voorkeur volgt.

In de derde plaats zal men bevinden, dat geenszins door alle planten dit zout onveranderd wordt opgenomen, zoodat het later door ijzerdeutoxydzouten daarin kan worden ontdekt, en zulks in weerwil dat men, uit de bruine vlekken op de bladeren en andere ziekelijke verschijnselen, veilig mag afleiden, dat het werkelijk in de weefsels is doorgedrongen, en daar chemische omzettingen heeft te voorschijn geroepen. Dit verdient opmerking, omdat het tot het besluit leidt, dat, indien men in eenige plant of in eenig plantendeel de blaauwe réactie niet ziet ontstaan, men daaruit alleen mag afleiden, dat, óf het zout er niet is doorgedrongen, óf dat het, doorgedrongen zijnde, eene

scheikundige verandering heeft ondergaan, waardoor het ongeschikt is geworden, om met ijzerdeutoxydzouten berlijnsch blaauw te vormen. Ik zoude voor de gegrondheid hiervan nog verscheidene bewijzen kunnen aanvoeren, welke ik echter hier voorbijga, ten einde niet in te vele bijzonderheden te treden.

Wat in de vierde plaats de wijze aanbelangt, om de tegenwoordigheid van het protocyanuretum ferri et potassii door de oplossing van een ijzerdeutoxydzout (sulphas deutoxidi ferri of deutochlorıretum ferri) aan te toonen, zoo heeft men tweederlei middelen, die beide hunne voor- en nadeelen hebben. Men kan namelijk óf vooraf gemaakte doorsneden daarmede bevochtigen, óf het plantendeel plaatsen in eene verdunde oplossing van het ijzerzout, en deze capillair door de vaten doen opzuigen, daar het, gelijk van zelf spreekt, niet gelukt het in de ongekwetste plant door de wortelen te doen opnemen. Bij de eerste behandelingswijze zij men bedacht op het vocht, dat, uit de versche snede vloeijend, ook in ruimten kan doordringen, waar zich, in den natuurlijken toestand der plantenweefsels, doorgaans geen sap bevindt, dan alleen in bepaalde gevallen, zoo als in de intercellulaire holten en in de vaten. Bij de tweede handelwijze dringt de ijzerzoutoplossing van uit de vaten allengs in de aangrenzende cellen, maar dit vereischt natuurlijk eenigen tijd, zoodat bij eene niet lang voortgezette indompeling zich alleen de inhoud van die houtcellen, welke de vaten onmiddelijk begrenzen, gekleurd zal vertoonen, terwijl bovendien ook het vocht in vele vaten blaauw gekleurd zal zijn, omdat het sap van uit de houtcellen hierin is overgegaan. Neemt men echter overlangsche doorsneden ter plaatse, waar het ijzerzout het laatst is doorgedrongen, dan ziet men de vaten met de geelgekleurde oplossing hiervan gevuld en de naburige cellen blaauw. Het zal voldoende zijn hier de aandacht te hebben gevestigd op de verschillende oorzaken van dwaling; de toepassing op de bijzondere gevallen mag veilig aan den lezer worden overgelaten.

Er is er echter nog eene, welke ik hier niet met stilzwijgen

mag voorbijgaan, namelijk de tegenwoordigheid van het ijzer blaauw- of zwartkleurend looizuur en van galnootenzuur. Bij vele planten heeft de kleur, welke deze met ijzerzouten aannemen, vooral bij doorvallend licht, eene groote overeenkomst met die van het berlijnsch blaauw. Men kan zich hieromtrent echter dadelijk zekerheid verschaffen, door het praeparaat met een zuur te behandelen; salpeterzuur en oxalzuur zijn daartoe de geschikste. Looizuur en galnootenzuur ijzeroxyd verliezen daardoor aanstonds hunne kleur; berlijnsch blaauw niet.

Wat eindelijk de wijze van bewaring van zulke gekleurde plantenpraeparaten betreft, zoo geschiedt zulks het best door voorzigtige drooging, het gedroogde voorwerp daarop met alkohol te behandelen, ten einde de lucht te verwijderen, en het vervolgens in canadabalsem te brengen.

§ 521, bl. 198. De laars van Raspail was eigenlijk eene van onderen toegeblazen glazen buis; verg. Dl. III. bl. 448.

§ 521, bl. 199. Bij de verbranding van zeer geringe hoeveelheden eener organische stof, is het raadzaam een dun glasplaatje te bezigen, gelijk men gewoonlijk tot dekplaatjes gebruikt, en dit op een platinablikje te leggen, waardoor het voor doorbuigen bewaard wordt.

§ 522, bl. 200. Bij de aldaar vermelde methoden tot bepaling van den brekingsindex, door middel van het mikroskoop, moeten nog de reeds vroeger door Moser en de later door Bertin bekend gemaakte gevoegd worden.

Moser (*Repertorium der Physik.* V. p. 395) bevestigt een objectief van verren brandpuntsafstand (hij bezigt daartoe dat van een gewoon tot aflezen bestemd mikroskoop) aan eene buis van 14 duimen of nog grootere lengte, en plaatst aan haar andere einde het oculair. Men vindt alsdan den brekingsindex van eene doorschijnende plaat met evenwijdige oppervlakten, of van eene vochtlaag, door de formule

$$x = r\left[1 - \frac{1}{n}\right]$$

waarin x den afstand beteekent, welke de buis moet ver-

schoven worden, om eenig voorwerp, zonder en met bedekking door de onderzochte zelfstandigheid, achtereenvolgens scherp te zien, r de dikte der doorschijnende plaat of laag, en n den brekingsindex.

De handelwijze van Bertin werd uit zijnen naam medegedeeld door Regnault aan de fransche academie in hare zitting van den 2. April 1849. Tot het bepalen van den brekingsindex eener glasplaat, gaat hij op de volgende wijze te werk. Het objectief vast staande en het oculair beweeglijk zijnde, meet hij de drie vergrootingen G, γ, g, van eenen mikrometer, eerst gelegd op de glasplaat, vervolgens onder deze, en eindelijk na wegneming der glasplaat. De brekingsindex n wordt dan gevonden door de formule

$$n = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{G - g}{G - \gamma}$$

Is de plaat zeer dik, dan doet men beter haar te vergelijken bij eene andere, waarvan de brekingsindex bekend is: men heeft dan:

$$\frac{e\left[1 - \frac{1}{n}\right]}{e'\left[1 - \frac{1}{n'}\right]} = \frac{\frac{1}{g} - \frac{1}{\gamma}}{\frac{1}{g'} - \frac{1}{\gamma'}}$$

Deze methode is ook toepasselijk op vochten. De mogelijke fout zoude ten hoogste eene éénheid op de honderste deelen bedragen. Overigens heeft Bertin zelf later, in de *Ann. de Chim. et de Phys.* 1849 XXVI p. 288, een uitvoerig verslag van zijne handelwijze gegeven, waarnaar ik den lezer voor meerdere bijzonderheden verwijs.

§ 333, bl. 246. Er zijn in den laatsten tijd nog twee herkenningsmiddelen voor proteinestoffen aangegeven. Het eene door Millon (*Compt. rend.* XXVIII p. 40) ontdekte, bestaat uit eene oplossing van kwikzilver in een gelijk gewigt salpeterzuur, dat vier en een half aequivalenten water bevat. Proteinestoffen, hetzij in opgesloten of in vasten toestand,

nemen daarmede eene roode kleur aan, vooral bij verwarming tot 60°—100°. Ik kan zulks uit eigen ervaring bevestigen, doch heb tevens bevonden, dat verwarming in de meeste gevallen een noodwendig vereischte is, hetgeen dit herkenningsmiddel bij mikrochemische onderzoekingen eenigzins lastig maakt, terwijl het mij niet gebleken is, dat het in gevoeligheid het salpeterzuur veel overtreft.

In deze opzigten voldoet het tweede der bedoelde réactieven, hetwelk door Schultze (*Ann. d. Chemie u. Pharm.* LXXI p. 266) is aanbevolen, beter. Hij bevond, dat, wanneer men bij eene proteïnestof eene suikeroplossing en vervolgens geconcentreerd zwavelzuur voegt, er dan eene donkerroode kleur ontstaat, op gelijke wijze als zulks van gal reeds bekend was. Schultze schijnt echter niet geweten te hebben, dat reeds voor vele jaren deze zelfde kleuring door Raspail (*Nouveau Système de Chimie organique* 1833 p. 289) was opgemerkt, en ter herkenning zoowel van suiker als van eiwit aangeprezen, waarvan dan ook te zijner plaatse (II. bl. 258) door mij gewag is gemaakt. Ook de door Schultze vermelde geheel gelijke kleuring van elaïne houdende vetten en oliën, onder de tegenwoordigheid van eiwit en zwavelzuur, was reeds aan Raspail bekend. Uit het gezegde blijkt reeds, dat dit reactief niet tot diegene behoort, waarop men zich met de meeste zekerheid verlaten kan, vooral indien men hierbij bedenkt, dat er, behalve de genoemde stoffen, waarschijnlijk nog wel andere zijn, die, na de inwerking van een zoo hevig reagens als zwavelzuur, eene gelijke of althans overeenkomstige kleur aannemen. Van de salicine b. v. weet men zulks reeds sedert lang. Intusschen is dit herkenningsmiddel bij mikrochemische onderzoekingen toch niet geheel verwerpelijk, vooral in die gevallen, waar de hoeveelheid proteïnestoffen zeer gering, en de zwakkere kleur van het xanthoproteïnezuur uit dien hoofde weinig merkbaar is. Het best bevochtigt men het voorwerp met eenen droppel eener tamelijk sterke suikeroplossing, bedekt het vervolgens met een dekplaatje, en plaatst nu

eenen droppel geconcentreerd zwavelzuur aan den rand, zoodat dit allengs onder het dekplaatje doordringt.

333 §, bl. 254. Bij de vele reactieven op suiker heeft Maumené (*Compt. rendus* 1850 XXX. p. 314) onlangs weder een nieuw gevoegd, namelijk het *chloruretum stanni*. Hij bezigt dit, door strooken mérinos met de oplossing te doortrekken en vervolgens te droogen; deze in een suikerhoudend vocht gedompeld, en dan tot 130° — 150° verwarmd, nemen daardoor eene donkerbruine kleur aan. Volgens hem zouden tien droppels van diabetische urine, verdund met honderd kubiek centimeters water, zulke strooken bij verwarming zwartbruin kleuren, terwijl gewone urine, ureum en urinzuur deze verkleuring niet te weeg brengen. Alle stoffen, die tot de amylumreeks behooren, zooals amylum, gom, cellulose, enzv., bezitten echter deze eigenschap evenzeer, zoodat dit reactief, even weinig als de reeds in de paragraaf vermelde, bij het onderzoek van plantenweefsels op een suikergehalte kan gebruikt worden.

Inderdaad ontbreekt een hiervoor gepast herkenningsmiddel geheel en al. Alleen wanneer men over eene tamelijk groote hoeveelheid plantaardige stof kan beschikken, zoodat men de welligt daarin aanwezige suiker door alkohol kan uittrekken, kan men herkennen of deze rietsuiker is aan den vorm der kristallen, geheel overeenkomende met die der kandijklontjes, welke uit eenen droppel der alkoholische oplossing op een glasplaatje aanschieten. Doch het is mij gebleken, dat dit alleen geschiedt, indien de opgeloste rietsuiker nagenoeg zuiver is, terwijl de tegenwoordigheid van glucose, kleurstoffen enzv., de kristalvorming zeer belemmeren.

§ 333, bl. 262. Dujardin (*Compt. rend.* 1850 XXX p. 172) heeft opmerkzaam gemaakt op eene eigenschap van was, waardoor men deze zelfstandigheid, in voorkomende gevallen, van harsen kan onderscheiden. Gesmolten of uit vette of etherische oliën afgezet, vertoont zich was namelijk onder den vorm van zeer doorschijnende naaldjes, die het licht depolariseren, hetgeen vooral duidelijk wordt, indien

men er een dun gipsplaatje op legt. Ik kan dit bevestigen, maar voeg er alleen bij, dat ook de kristallinische vetten en vetzuren het licht depolariseren, waarop men bedacht moet zijn, vooral bij de margarine en het margarinzuur, welke mede in naaldjes kristalliseren.

§ 333, bl 269. Alleen bij overmaat van potasch ontstaat met hippuurzuur in eene oplossing van *deutochloruretum ferri* een oranjekleurig praecipitaat, daar dan tevens ijzeroxyd gepraecipiteerd wordt. Onzijdige hippuurzure potasch, of met overmaat van zuur, geeft een licht bruin praecipitaat van hippuurzuur ijzeroxyd.

§ 333, bl. 270. Behalve de kristallen van het melkzure zinkoxyd heeft Lehmann, in de tweede uitgave van zijn *Lehrbuch der physiologischen Chemie* I. 1850, p. 96, nog op die van den melkzuren kalk en van het melkzuur koperoxyd gewezen, ter herkenning en vaststelling der tegenwoordigheid van het melkzuur. De melkzure kalk vormt volgens hem, bij de kristalschieting onder het mikroskoop, bundels van fijne naalden, waarvan telkens twee zoo aan elkander gelegen zijn, dat zij, met de korte steeltjes in elkander overgaande, bezems of penseelen gelijken; hun vorm is tamelijk karakteristiek, en b. v. met die van den boterzuren kalk volstrekt niet te verwarren. De vorm der kristallen van het melkzure koperoxyd wordt door Lehmann niet nader beschreven; hij zegt alleen (p. 92) dat die van het *b* melkzuur koperoxyd donkerblaauw of groen en veel grooter zijn dan die van het *a* melkzuur koperoxyd, hetwelk in harde, hemelsblaauwe wratjes kristalliseert. Wat overigens den gang van het onderzoek betreft, waarbij opvolgend deze verschillende zouten worden gevormd en mikroskopisch onderzocht, zoo verwijs ik den lezer naar de reeds aangehaalde plaats.

§ 333, bl. 276. Het hier gezegde, dat namelijk de tartraten, met uitzondering van die van potasch en van ammoniak, amorph zijn, vordert eene verbetering ten aanzien van den wijnsteenzuren kalk, verkregen door wijnsteen-

zuur te voegen bij kalkwater. In dit geval is de wijnsteenzure kalk kristallinisch. De kristallen zijn gedeeltelijk rhomben-octaeders, gedeeltelijk rhombische prismata met verschillende ontkantingen en onthoekingen. Bij eenige oefening is het echter niet moeijelijk hen van die van zuren wijnsteenzuren potasch te onderkennen.

§ 555, bl. 549. Ter verwijdering der lucht, die in vele gevallen, vooral bij plantaardige voorwerpen, zeer hinderlijk s, is eene voorafgaande bevochtiging met alkohol een zeer geschikt middel; de luchtbellen verdwijnen daardoor, en, na gedeeltelijke verdamping van den alkohol, spoelt men het overig geblevene er met water uit.

III^de^ DEEL.

Bl. 2 regel 2 van onderen, *staat* geene, *lees* gene.
— 10 » 7 » » » waren, » was.
— 44 » 2 » boven, » sterkte » sterkste.

§ 578, bl. 50. Bij de velen in deze paragraaf genoemden, die gesmolten glasbolletjes hebben vervaardigd ter vervanging der lenzen, moet nog Gaudin worden gevoegd, die, blijkens eene onlangs door hem gedane mededeeling (*Compt. rendus* 1850 XXX p. 141), reeds voor tien jaren aan de Fransche academie door hem vervaardigde bolletjes van crownglas en van bergkristal van eene 50- tot 400malige vergrooting heeft aangeboden, terwijl hij er thans eene fabriek van heeft opgezet. Hij geeft aan bergkristal de voorkeur wegens zijne gladdere oppervlakte, hoewel er dikwijls luchtbelletjes in voorkomen. Hoe hij bolletjes van deze moeijelijk smeltbare zelfstandigheid vervaardigt, wordt niet door hem gezegd.

Bl. 149 regel 14 van boven, *staat* leggen, *lees* liggen.
— 202 » 9 » onderen, » 5, » 3.
— 204 » 12 » boven, » *f* 26, » *f* 37.

§ 414, bl. 205. Bij een onlangs door mijnen ambtgenoot Donders ontvangen mikroskoop van Amici, hetwelk overigens, wat de werktuiglijke en optische zamenstelling betreft, grootendeels overeenstemt met dat, hetwelk in de paragraaf beschreven is, behoort nog een objectiefstelsel, dat op eene merkwaardige wijze den invloed aantoont van de bedekkende middenstoffen, waardoor heen men de voorwerpen beschouwt. Dit stelsel is namelijk bepaaldelijk ingerigt, om bij het gebruik in water te worden gedompeld, hetzij onmiddelijk in datgene, waarmede men het voorwerp bevochtigd heeft, of in eenen waterdroppel geplaatst op een dekplaatje, dat op het voorwerp gelegd is. Alleen bij het in acht nemen van deze voorzorg, vertoont het stelsel zijne volle kracht; beschouwt men daardoor een onbedekt voorwerp of zulk een, waarop alleen een dun glazen dekplaatje is gelegd, dan zijn de beelden veel minder scherp. Het heeft eenen brandpuntsafstand van 2,14 millim., derhalve nog iets geringer dan die van het sterkste stelsel, hetwelk in de paragraaf door mij vermeld is. Intusschen is het ons niet gelukt daardoor de 10de groep van het door mij gebezigde proefplaatje van Nobert opgelost te zien. Zelfs vertoonde zich, in weerwil van alle genomen zorg, de 9de groep daarmede iets minder duidelijk dan met het onmiddelijk in sterkte voorafgaand stelsel van 2,71 millim. brandpuntsafstand, waarmede deze groep op de volkomenste wijze wordt opgelost. De oorzaak hiervan moet waarschijnlijk gezocht worden in den geringeren openingshoek, welke bij dit sterkste objectiefstelsel 81° bedraagt, en bij het zoo even genoemde 87°, terwijl een daarmede in brandpuntsafstand nagenoeg overeenstemmend stelsel, behoorende bij het vóór twee jaren van Amici ontvangen mikroskoop, eenen openingshoek van 94° heeft.

Bl. 208, noot 2, regel 3 van onderen, *staat* beteekend, *lees* beteekent.

§ 418, bl. 267. Nachet heeft, op mijn voorstel, zijne zamengestelde mikroskopen reeds zoo ingerigt, dat zij, des verkiezende, regtkeerend kunnen gemaakt worden, door middel

van een afzonderlijk daarbij gevoegd objectiefstelsel, hetwelk dan aan de binnenste buis wordt geschroefd, op de wijze, die in de paragraaf beschreven is.

§ 451, bl 385. Ik heb onlangs aan Nachet eene teekening gezonden der werktuiglijke inrigting van eenen verlichtingstoestel, overeenkomstig de vroeger (Dl. I. bl. 285) door mij ontwikkelde grondbeginselen. Hij heeft op zich genomen dezen bij zijne groote mikroskopen te voegen, en daartoe aan hun gestel de noodige wijzigingen aan te brengen. Ik onthoud mij hier echter van eene uitvoerige beschrijving, welke zonder afbeelding toch moeijelijk verstaan zoude worden. Alleenlijk zij hier aangestipt, dat deze toestel zoo is ingerigt, dat het voorwerp niet alleen bij centrische maar ook bij excentrische stelling des spiegels, hetzij door gewoon paralel licht, of door geconcentreerd paralel licht, of door divergerend licht, of eindelijk door convergerend licht, naar willekeur onder allerlei hoeken van inval, kan getroffen worden. Daartoe is de spiegel, welke aan de eene zijde vlak, aan de andere hol met korte brandpuntsafstand is, opgehangen aan eenen arm met twee geledingen, zoodat hij naar voren buiten de mikroskoopas kan gebragt worden, terwijl eene aan eenen dergelijken doch korteren arm bevestigde achromatische verlichtingslens hooger en lager kan gesteld worden, en wel telkens zoo dat hare as met die van den spiegel zamenvalt. Op den korten stam, die den vroegeren trommel op het voetstuk vervangt, wordt eene in millimeters verdeelde schaal gesneden, dienende, om een tafeltje te ontwerpen, waarin men eens en voor altijd de betrekkelijke afstanden tusschen spiegel en lens opteekent, welke beantwoorden aan eene bepaalde soort van verlichting. Eindelijk bevindt zich vlak onder de voorwerptafel een draaijend diaphragma met tien openingen, van 1 tot 10 millim. in doormeter. Ik meen mij overtuigd te mogen houden, dat deze verlichtingstoestel van alle, welke bekend zijn, de meeste goede eigenschappen in zich zal vereenigen.

§ 458, bl. 569. Bij het zoo even (bl. 491) vermelde nieuwe Amicische mikroskoop, is ook een polarisatietoestel gevoegd. De polarisateur heeft eene eigendommelijke zamenstelling, en bestaat uit eenen bundel glasplaatjes, onder eenen gepasten hoek gesteld, en besloten in eene vierhoekige metalen bus, met een daarboven geplaatst regthoekig glazen prisma, waarvan de beide kathetenvlakten buitenwaarts gekeerd zijn. Deze polarisateur wordt, door middel eener schroef, gaande door eenen met de bus verbonden arm, bevestigd op het uiteinde van de naar voren gekeerde klaauw des drievoets. Alsdan wordt het licht, dat van den hemel op de voorste oppervlakte van het prisma valt, daarin gebroken, en, na doortogt van het prisma en van den bundel glasplaten, door totale reflectie, als gepolariseerd licht, in het gezigtsveld geworpen, waarbij men derhalve tot de verlichting geen gebruik maakt van den spiegel. Als analijsateur dient een tourmalijnplaatje geplaatst aan den top van een kort buisje, dat over het oculair wordt geschoven. Hoewel hulde doende aan de vernuftige inrigting van den polarisateur, terwijl het tourmalijnplaatje het voordeel heeft van het veld volstrekt niet te verkleinen, en het hier gebezigde bovendien zoo weinig gekleurd is, dat het volstrekt niet schaadt aan de duidelijkheid van het beeld, zoo moeten wij toch erkennen, dat deze polarisatietoestel door zulk eenen, waarin twee Nicolsche prismata gebruikt worden, merkelijk overtroffen wordt, terwijl het onderscheid ook dan nog zeer in het oog vallend is, indien, hetzij de polarisateur of het tourmalijnplaatje, ieder voor zich, afzonderlijk door zulk een prisma vervangen worden.

§ 472, bl. 417. Reeds heb ik hier doen zien, dat de gelijknamige groepen op de proefplaatjes, welke door Nobert op verschillende tijden vervaardigd zijn, geenszins onderling in de fijnheid der verdeeling overeenstemmen. Een later nog sprekender bewijs is hiervoor geleverd door het verslag onlangs door Unger (*Poggend. Ann.* 1850 LXXIX p. 521) gegeven van een dergelijk proefplaatje met 15 groepen. Elk dier groepen heeft eene breedte van 0,0005 Par. duim, of

0,015555 millim. De eerste groep bestaat uit 7, de tweede uit 8 lijnen, enzv. telkens ééne lijn meer, zoodat er in de 15de groep 21 bevat zijn. Unger zegt, dat de afstanden der lijnen in de eerste groep 0,0008‴ ($\frac{1}{5\,5\,3}$ millim.) bedragen. Dit is echter blijkbaar onjuist. Daar namelijk het getal der tusschenruimten in de verschillende groepen telkens één minder dan dat der lijnen is, zoo vindt men voor hunnen onderlingen afstand in de eerste groep juist 0,001‴ ($\frac{1}{4\,4\,3}$ millim.) Deze eerste groep is derhalve eveneens verdeeld, als die op de beide in de paragraaf beschreven proefplaatjes. Maar daarentegen wijken de volgende groepen daarvan zeer af, gelijk blijkt door vergelijking met de onderstaande cijfers:

	Getal lijnen in één millimeter.		Getal lijnen in één millimeter.		Getal lijnen in één millimeter.
N°. 1	445	N°. 6	812	N°. 11	1182.
» 2	517	» 7	886	» 12	1256.
» 3	591	» 8	961	» 13	1330.
» 4	665	» 9	1034	» 14	1405.
» 5	739	» 10	1109	» 15	1478.

Unger deelt mede, dat met een nieuw mikroskoop van Plössl, hetwelk voorzien is van eene inrigting voor schuins invallend licht, bij eene 150malige vergrooting 10 groepen, bij eene 210malige vergrooting met het aplanatische oculair 12 groepen, en, bij eene 360 tot 375malige vergrooting, alle 15 groepen opgelost worden gezien. De 15de groep van dit plaatje is echter nog iets minder fijn verdeeld dan de 9de van Nobert's eerste proefplaatjes, terwijl in de 15de groep van het op bl. 415 vermelde plaatje de onderlinge afstand der lijnen ($\frac{1}{2\,2\,1\,6}$ millim.) de helft minder bedraagt dan in de 15de groep van dat, hetwelk door Unger gebruikt is. Men ziet hieruit genoegzaam, dat de Nobertsche proefplaatjes helaas aan hetzelfde euvel mank gaan als de organische proefvoorwerpen, namelijk dat de daarmede verkregen uitkomsten volstrekt niet onderling vergelijkbaar zijn, iets dat inderdaad zeer te bejammeren is, te meer daar dit gebrek van vergelijkbaarheid alleen aan den vervaardiger kan

geweten worden. Het is te hopen, dat Nobert er eindelijk toe komen zal, om eens en voor altijd eenen vasten maatstaf aan te nemen, daar het te vreezen staat, dat zijne proefplaatjes, hoe voortreffelijk ook uitgevoerd, hoe bewonderingswaardig de daarin aan den dag gelegde kunst ook wezen moge, anders eene bron van aanhoudende verwarring zullen opleveren, in stede van éénheid en gelijkmatigheid te brengen in de beoordeeling van het optisch vermogen der mikroskopen.

ALPHABETISCH NAAMREGISTER. (*)

A.

Ab Utreeht Dresselhuys III. 33.
Adams III. 52, 66, 68, 119, 149, 321, 351, 408, 418, 457.
d'Alton III 438.
Aepinus III. 167, 321, 322, 324.
Alhazen III. 12.
Ali Cohen III. 35.
Amiei, I. 238, 257, 400; II. 85, 98; III. 176, 181, 205, 238, 255, 287, 275, 299, 349, 351, 353, 359, 365, 369, 491, 493.
Anian III. 125.
Arago III. 8.
Archimedes III. 11.
Aristophanes III. 6.
Armati III. 19.

B.

Bacon III. 12.
Bailey III. 255.
Baker III. 42, 44, 53, 61, 142, 313, 319, 410.
Balthasaris III. 406.
Barba III. 53, 68.
Barfuss III. 283.
Barker III. 295.
Barlow III. 237, 339.
Barton III. 411, 417.
Barnabita III. 308.
Beek III 100, 111, 247, 351, 382.
Becker III. 338.
v. Beek II. 167.
Beeldsnijder III. 168.
Bergmann II. 243.
Berres II. 191, 334.
Berthelen II. 284.
Bertin III. 485.
Berzelius II. 264.
Beseke III. 159.
Beudant II. 193.
Beudeker III. 52.
Bion III. 84, 126, 295.
Birkbeck III. 336.
Bissehoff III. 391.
Blackie III. 70, 88, 93.
Boerhaave III. 46, 453, 464.
Bojung Scato Georg III. 228.
Bonannus III. 22, 51, 52, 125, 134, 348, 372, 393.
Bond III. 468.
Borcel III. 26. 84, 119, 345, 462.
Borellus III. 26, 319.
Bouguer III. 429.
Bouquet III. 186.
Bournon II. 232.
Bowmann II. 285.
Brander III. 151, 192, 320, 323, 409, 417, 418.
Breschet II. 176.

(*) De romeinsche cijfers duiden het deel, de arabische de bladzijde aan.

Brewster I. 146, 232, 239, 290, 323, 336; II. 200, 202; III. 69, 70, 85, 86, 87, 89, 93, 175, 294, 297, 304, 305, 324, 325, 328, 352, 354, 356, 367, 424, 427, 428, 441.
van den Broek II. 255, 256, 265.
van den Broek (J. B.) III. 334.
Brown III. 178, 216.
Bruinsma III. 298.
Brunner III. 199, 353, 361, 394, 401, 423, 444.
Bunsen III. 342.
Burucker III. 151, 320.
Butterfield III. 51.

C.

Caignard la Toor II. 170.
Callicrates III. 8.
Campana III. 134.
Campani I. 202. III. 123.
Capanema III. 460.
v. Capelle III. 25.
Carpenter I. 217, 295. III. 334.
Carry III. 111, 337. 339.
Cavalleri III. 307.
Cavallo III. 411.
Cazalat III. 339.
Celi III. 134.
Charles III. 169.
Chance III. 448.
Chauliac III. 20.
de Chaulnes III. 151, 395, 410, 418.
Cherubinus III. 124.
Chester More Hall III. 164.
Chevalier I. 251. 297, 315, 388. II. 198, 293. III; 79, 80, 82, 88, 91, 102, 119, 169, 174, 179, 180, 182, 186, 223, 259, 262, 300, 325, 328, 330, 338, 340, 342, 350, 361, 365, 368, 394, 412, 417, 437, 442, 450.
Children III. 340.
Clifford III. 317.
Coddington III. 69, 95, 178, 325.
Cohen III. 35.
Collins III. 340.
Conradi III. 127.
Cooper III. 337, 468.
Couërbe II. 245.
Coventry III. 411.
Crooke III. 54.
Cuff III. 67, 142, 313, 318, 393.
Cumming III. 457.
Culpeper III. 141, 348, 374, 393.
Cuno III. 46, 373.
Custance III. 457, 466.
Cuthbert I. 245; III. 301.

D.

Dakin III. 440.
Dancer III. 251.
Daniel III. 342.
Darker III. 378.
Darwin I. 91.
Davy III. 342.
Dechales III. 128, 316.
Descartes III. 36, 130.
Decaisne II. 258.
Deleuil III. 102.
Della Torre III. 53.
Dellebarre III. 154, 166, 274, 351, 393.
Derbey III. 438.
v. Deyl III. 160, 165, 168, 170, 179, 351.
Divini III. 73, 122, 125.
Doellinger III. 174, 216.
Doyère II. 179; III. 437.
Dollond II. 86, 293, 308; III. 78, 81, 111, 148, 150, 165, 176, 325, 363, 417.
Domet III. 176.
Donders I. 115; II. 283, 286; III. 479, 481, 491.

Donné III. 204, 334, 342, 344.
Doppler I. 240; II. 167, 170; III. 309.
Drebbel III. 25, 30, 121, 462.
Dresselhuys III. 33.
Drummond III. 336.
Dujardin I. 280, 290; III. 350, 358, 389, 488.
Dumas III. 344.

E.

Edwards (Milne) III. 437.
Ehrenberg III. 223, 254, 385, 466.
Elkner III. 159.
Ellis 67.
Elsholt III. 46:
Engelhardt II. 242.
Euler I. 143; III. 74, 152, 165, 166, 181, 322, 324.

F.

Fahrenheit III. 317.
Faraday II. 169; III. 238.
Fechner II. 8.
Fenzl III. 264.
Fick III. 392.
Fischer de Waldheim III. 262.
Fizeau I. 167, 342.
Folkes III. 41, 410, 464.
Fontana III. 23, 24, 121.
Fontana (F) III. 81, 423.
Foucault III. 334, 342, 344.
Franklin II. 108.
Frauenhofer I. 49, 367, 369; II. 98; III. 96, 174, 192, 216, 396, 411, 414, 418, 421, 435.
Fremy II. 245, 277.
Fresnel III. 179, 371, 478.
Fuss III. 166.

G.

Galilaeus III. 24, 28, 121.
Galy Cazalat III. 339.
Gascoigne III. 405.
Gaubius III. 453.
Gaudin III 490.
Gelder III. 298.
Gerber II. 112, 145.
Gilman III. 255.
v. Gleichen, III. 61, 144, 320.
Gmelin II. 264.
Gocze III. 158, 385.
Golding Bird II. 236.
Goring I. 130, 230, 245, 246, 248, 300, 323, 325, 343, 352, 355, 361, 374, 385, 388, 392, 400, 401, 402; III. 37, 88, 91. 176, 229, 230, 235, 254, 259, 301, 303, 304, 327, 328, 349, 350, 355, 357, 361, 374, 424, 432, 449.
Gould III. 81.
Gray III. 53, 84, 291.
Grateloup III. 180.
Gregory II. 268; III. 130.
Grew III. 36.
Griffith I. 303; III. 468.
Grindl von Ach III. 73, 127, 132, 154, 315.
Grove III. 342.
Guido de Chauliac III. 20.
Guthrie III. 306.

H.

v. Haastert III. 41, 43.
Hall III. 164.
Ham III. 51.
Hannover II. 142.
Harris I. 82.
Hartsoeker III. 47, 51, 133, 349, 373, 392.
Häseler III. 322.
Hauy II. 232.

Hedwig III. 160.
Heller II. 240, 257.
Hen III. 161, 323, 326, 381.
Herschel (J.) I. 157, 217: III. 74. 96.
Herschel (W.) I. 92, 156, 246, 343.
Hertel III. 53, 139, 395. 400, 406.
Hevelius III. 38, 130, 131.
Hill III. 88.
Hirschmann III. 224.
Hoefle II. 256.
Hoefnagel III. 23.
Hoffmann III. 158, 411.
Holland III. 80, 469.
Hollmann III. 410.
Hommema III. 297.
Hooke III. 50, 121, 131, 132, 364, 385, 402.
Horkel III. 35.
Horner I. 110.
Hostius III. 11.
Hudde III. 52, 348.
Hueck I 80, 82, 90.
v. Humboldt I. 91.
Huygens I. 202, 344; III. 23, 51, 77, 130, 131, 372.

J.

Jacobi II. 142.
Jackson III. 240.
Jacquin I. 385, III. 174.
Jansen I. 115.
Janssen (Hans en Zacharias) III. 26, 30, 119, 345, 462.
Joblot III. 40, 62, 73, 137, 376.
Jones III. 10, 63, 149, 321, 393.
Junius III. 9.
Junker III. 159.
Jurin II. 290.

K.

Kaiser I. 344.
De Kanter III. 33.
Kastner III. 125.
Kellner III. 231.
Keppler III. 34, 258, 402.
King III. 253.
Kinner III. 123.
Kipp III. 204.
Kircher III. 40, 314, 462.
Klugel III. 153.
Kolhans III. 315.
Kölliker II. 253.
Körner III. 106.
Kriegsmann III. 228.

L.

La Hire III. 7.
Lalande III. 54, 154.
Laligant III. 54.
Langenmantell III. 134.
Laurent III. 376.
Lealand III. 243.
Lebaillif III. 102, 348, 412, 431.
Lebert III. 201.
Ledermüller III. 40, 50, 144, 151, 320.
Leeson III. 444.
Leeuwenhoek I. 385; II. 7; III. 21, 41, 63, 73, 87, 364, 373, 380, 403, 464.
Lefèbre III. 329.
Legg III. 401.
Lehmann III. 489.
Leibnitz III. 35.
Léonard III. 365.
Lerebours, III. 70, 72. 88, 192, 198, 328, 361.
Léon Foucault III. 334, 342, 344.
v. Leuchtenberg; III. 217.
Leutmann III. 63.
Libri III. 24, 29, 314.
Lieberkühn III. 63, 313, 317, 321, 467.
Lippershey III. 32, 87.

Lister I. 63, 196, 552, 360, 387; III. 100, 180, 229, 235, 259, 374.
Listing I. 76, 117.
Littrow I. 142.
Lommers III. 144.
Löwig II. 253.
Lyonet III. 63, 66, 441, 454.

M.

Mahler III. 217.
Maignan III. 130.
Maissiat III. 591.
Malpighi III. 56.
Malus III. 367.
Mandl II. 9; III. 391.
Mann III. 143, 150.
Martin III. 53, 68, 131, 145, 192, 297, 320, 323, 525, 551, 593, 595, 400, 407, 419.
Martins III. 224, 528, 540, 418, 438.
Marshall III. 138, 256, 580.
Matthiessen III. 228.
Mattmüller III. 291.
Maumené III. 488.
Mayer III. 50.
Mazzola III. 68.
Ménage III. 17.
Merz I. 23; III. 216, 550, 418, 451.
Metius III. 32, 124.
Meyen III. 142, 150.
Meyerstein III. 228.
Milchmeyer III. 61.
Millon III. 486.
Milne Edwards III. 437.
Mirbel III. 184.
v. Mohl I. 130, 230, 273, 296, 297, 503, 552, 575, 588, 592, 400, 405; II. 123, 151, 285, 505, 506; III. 28, 87, 101, 105, 106, 124, 208, 212, 221, 264, 283, 424, 448.
Molyneux III. 9, 13, 164.
Moore II. 257.
de Monconny III. 52, 128.
Montucla III. 54: 154.
Moufetus III. 38.
Moser I. 77; III. 479, 485.
Mulder II. 247, 253, 283, 286.
Munckc I. 567, 569.
Musschenbroek (J.) III. 47, 53, 145, 348, 373, 454.
Musschenbrock (S) III. 45, 453.
Myrmecides III. 8.

N.

Nachet III. 201, 260, 352, 436, 491, 493.
Newton III. 129, 164, 182, 294, 505.
Nicol I. 512; III 568.
Nobert I. 230, 403; II. 296: III. 226, 284, 412, 493.
Nösselt III. 459.

O.

Oberhäuser I. 198; 257; II. 293, III. 88, 186, 262, 290, 349, 351, 353, 359, 361, 362, 365, 376, 389, 394, 396, 400, 412; 417, 435, 457.
Oldenburg III. 294.
Oschatz III. 448, 459, 471.

P.

Paulo Wicz III. 8.
Paauw III. 319.
Pacini III. 214, 586, 401, 444.
Pappenheim II. 142, 148, 284; III. 471.
Paucirollus III. 9.
Payen II. 258.
Peircse. III. 25, 25.
Pelouze II. 270.

Pechéron III. 329.
Perty III. 221.
Petrie III. 344.
Pettenkofer II. 255, 265.
Pfaff III. 339.
Pisidas III. 9.
Pistor III. 224, 328, 340, 418, 422, 438.
Platcau I. 104, 110; II. 8, 97, 169.
Plattner II. 256.
Plato III. 11.
Plinius III. 6, 8.
Plössl II. 293, 306; III. 83, 91, 96, 105, 219, 264, 328, 349, 353, 365, 418, 422, 452.
Porta III. 11, 23, 129, 314.
Pott III. 303.
Pouchet III. 375.
Ponillet I. 23.
Powell II. 293, 306; III. 111, 234, 243, 254, 290, 349, 353, 359, 361, 375, 381, 401, 441.
Prechtl I. 378.
Priestley III. 7, 119.
Pritchard I. 157, 280; II. 167; III. 79, 81, 88, 90, 106, 176, 230, 259, 301, 328, 339, 349, 353, 367, 393, 418, 438, 441, 467.
Purkinje II. 11, 142, 386; III. 456, 472.

Q.

Quatrefages III. 389.
Quekett III. 92, 119, 180, 243, 251, 254, 379, 424, 457.

R.

de Raad III. 317.
Radicke I. 23; III. 221.
Ramsden I. 202, 213; III. 411, 417, 420.
Raspail II. 198, 258; III. 102, 442, 450, 487.
Rayer II. 241.
Reade I. 295.
Reckitt III. 469.
v. Rees I. 306, 371; II. 202, 206; III. 477.
Reich II. 255, 257, 258.
Redi III. 17.
Regnault III. 10, 344.
de Reita III. 124, 130, 258.
Rienks III. 297.
Ring III. 150.
Robin III. 203.
Robinson III. 325.
Rochon III. 165, 180, 444.
Roelofs III. 298.
Ross III. 100, 109, 234, 237 254, 290, 349, 353, 359, 361, 366, 381, 401, 416, 435, 438.
Rusconi II. 130, 141, 175, 176.
de la Rue III. 256, 415.
Runge II. 256.

S.

Saigey III. 186.
Salvetti III. 123.
Santini III. 25, 177, 292, 299.
Savery III. 429.
Sayi III. 386.
Scarlet III. 141, 295, 374, 393.
Schacht II. 253.
Schiek II. 293; III. 223, 349, 353, 385, 389, 396, 422, 424.
Schilling III. 329.
Scheiner I. 70; III. 39.
Schleiden I. 280; II. 38; III. 106, 223, 227.
Schmidt II. 220, 232, 233, 235, 241, 243, 245, 252; III. 443.
Scholten III. 466.
Schott III. 39, 125.
Schönbein II. 123; III. 448.
Schrader III. 52.

Schroeder van der Kolk I. 115; II. 177, 180, 245.
Schultz II. 284.
Schultze III. 487.
Schumacher III. 216.
Selligue III. 172, 174, 179, 364.
Selva III. 292, 296.
Seneca III. 5, 11.
Simon II 234, 241.
Sivright III. 54.
Slack III. 111.
Smith III. 100, 111, 230, 247, 254, 259, 290, 296, 349, 351, 353, 359, 361, 382, 401, 441.
Soleil III. 204.
Solly III. 110, 440.
Sömmering I. 256; III. 435.
Spalanzani II. 9.
Spencer III. 255.
Spina III. 18.
Staite III. 344.
Stampfer II. 169.
Stanhope I. 146; III. 71.
Steiner III. 61, 144.
Stelluti III. 35.
Sterrop III. 142.
Stilling II. 345.
Strabo III. 8.
Stratingh III. 338.
Strauss-Durkheim II. 114, 130, 131; III. 101, 262, 376, 400.
Strecker II. 270.
Struve II. 98.
Stuart III. 381.
Sturm III. 127.
Swammerdam III. 46. 453, 464.
Swaving III. 162, 364.
v. Swinden II. 291; III. 28, 32, 87, 124.
Syrturus III. 34.

T.

Talbot III. 368.
Teuber III. 50.
Thuret III. 391.
Thwaites III. 469.
Tiedemann III. 159, 396.
Tiraboschi III. 17, 29.
Topping III. 458.
Tortona III. 133.
Traber III. 291.
Trécourt III. 186, 262, 359.
Trembley III. 63.
Treviranus I. 82; III. 178.
Trommer II. 254.
Troughton III. 420, 424.
Tulley I. 246, 374; III. 176, 229, 304, 374.
Tyrrell III. 245, 250, 397.

U.

Unger III. 460; 493.

V.

Valentin I. 82; II. 112, 145; III. 456.
Valentine III. 109, 440, 469.
Varley I. 300; III. 252, 350, 352, 374, 382, 397.
Veitch III. 88.
Vennebruch III. 150.
Vitellio III. 12.
Viviani III. 23, 29.
Vogel III. 381.
Vogt II. 243.
Volkmann I. 76.
Vossius III. 45

W.

Wachenroder II. 277.
Wagener III. 159.
Wagner III. 223, 381, 435.
Wallach III. 388.
Waller II. 163.
Waidelер I. 369.
de Waldheim III. 262.

Walgenstein III. 314.
Warren de la Rue III. 256, 415.
Warrington III. 469.
Warwich III. 338.
Weickert III. 159, 434.
Wenckebach III. 369, 434.
Werther II. 228.
Wheatstone I. 109; II. 167; III. 341.
White III. 250, 398.
Wiedenburg III. 319.
Wilde III. 11, 24, 120, 314.
Wilson III. 59, 63, 65, 376.
Woodward III. 336.
Wolf III. 145.
Wollaston I. 146, 256, 280; III. 69, 76, 355, 424, 425, 434.
Wren III. 130.

Y.

Yeates III. 338.
Young I. 111; III. 429.
Ypelaar III. 162, 466.

Z.

Zacharias Janssen III. 26.
Zachariassen III. 32.
Zahn III. 37, 39, 84, 126, 127, 130, 138, 291, 315.
Zeiher III. 323.
Zucchius III. 294.

ALPHABETISCH ZAAKREGISTER. (*)

A.

Aanwijzer van Quekett III. 424.

Aberratie; chromatische I. 48; elliptische I. 19; sphaerische, bij lenzen I. 42; bij holle spiegels I. 14.

Aberratietoestand van het oog; invloed daarvan op het zien door het mikroskoop III. 286; verbeteringsmiddel III. 213.

Accomodatievermogen I. 69.

Accomodatietoestand van het oog bij het zien door het mikroskoop I. 320.

Achromatisatie van het objectief III. 163.

Achromatische bollen III. 175.

Achromatische lenzen I. 55; hunne uitvinding III. 164; toepassing op het mikroskoop III. 168.

Achromatische verlichtingstoestellen I. 290; III. 207, 358, 492.

Aequivalente lens I. 152, 191, 325.

Aequivalente spiegel I. 242.

Aderen in lenzen I. 363.

Afwijking bij sphaerische holle spiegels I. 14, bij elliptische spiegels I. 19.

Afwijking wegens den bolvorm bij lenzen I. 42, 145.

Afwijking wegens de verschillende breekbaarheid der lichtstralen I. 48.

Algen, hunne bewaring II. 352; III. 469.

Algen-sporidiën I. 401; II. 72.

Alkohol, tot verharding van dierlijke weefsels gebezigd III. 481; tot verwijdering der lucht III. 490.

Alucita pentadactila (schubben van) I. 400.

Amaril, tot slijpen gebezigd II. 149.

Ammoniak-zouten, mikrochemische herkenning II. 275.

Amyloid II. 253.

Amylum I. 401; II. 40, 55, 136, 193; mikrochemische herkenning II. 251; bewaarmiddel der korrels II. 352.

Analysateur I. 313.

Aplanatische brandpunten I. 63.

Aplanatische dubbellenzen I. 61.

Aplanatische oculairen I. 201; III. 221, 223, 279.

Aplanatische verlichtingstoestellen I. 290; III. 207, 358, 492.

Arginnis Cynxia (schubben van) I. 397.

Arsenigzuur-oplossing, als bewaarmiddel II. 351; III. 471.

Arsenigzure potasch-oplossing, als bewaarmiddel II. 352.

(*) De romeinsche cijfers duiden het deel, de arabische de bladzijde aan.

As van eenen hollen spiegel I. 10.
» » eene lens I. 29.
Axiale doorsnede II. 29.
Azijnzuur, aanwending als mikrochemisch herkenningsmiddel II. 250, als bewaarmiddel III. 472.

B.

Bacillariën, hunne bewaring II. 349.
Bajonetverbinding I. 224.
Bakjes voor mikroskopische voorwerpen II. 124, 349; III. 377, 383, 469, 471.
Balein, bewaring der praeparaten II. 349.
Beelden, gevormd door holle spiegels I. 11; door lenzen I. 36, 162.
Beelden (kleinste nog door een mikroskoop zigtbare dioptrische) I. 407; II. 87; III. 196, 211.
Beeldmikrometer van Goring III. 432.
Beeldmikroskopen I. 162; III. 313.
Beeldmikroskoop, tot meten aangewend II. 312.
Beeldvorming in het oog I. 66.
Been II. 148, 271.
Been-praeparaten, hunne bewaring II. 349, 351.
Bedekking der voorwerpen II. 155.
Begrenzend vermogen I. 341.
Benzoëzuur-kristallen II. 242.
Bergkristal, brekingsaanwijzer I. 23; verhouding der kleurschifting I. 50; lenzen daarvan geslepen III. 7, 41, 87, 91, 221.
Beryl, brekingsaanwijzer I. 23; verhouding der kleurschifting I. 50; lenzen daarvan vervaardigd I. 53; III. 91.
Bescherming der lenzen (toestellen ter) II. 198; III. 447.
Bewaring van mikroskopische voorwerpen II. 347; III. 463.
Beweging der mikroskopische voorwerpen II. 66; middelen tot waarneembaarmaking van zeer snelle bewegingen II. 166.
Beweging van kleine dieren; middelen tot matiging daarvan II. 158, III. 375.
Beweging der voorwerpen in het gezigtsveld, werktuiglijke inrigtingen daartoe, z. Voorwerptafel.
Biliphaeine II. 264.
Bindweefsel II. 47, 154, 247, 264, 317; zijne bewaring II. 351.
Binoculaire mikroskopen III. 124.
Bladeren II. 137.
Bloedsomloop; hulpmiddelen tot waarneming daarvan, II. 161; III. 379.
Bloedschijfjes II. 31, 51, 56, 64, 65, 155, 157, 248, 317; hunne bewaring II. 351.
Bloedvaten (opspuiting der) II. 171.
Bolle lenzen I. 28.
Bollen I. 34.
Bollen (gegroefde) van Brewster III. 69.
Bombyx dispar (schubben van) I. 397.
Boraxglas, brekingsaanwijzer I. 23; lenzen daarvan vervaardigd III. 210.
Brandglazen aan de ouden bekend III. 6.
Brandpunt, van eenen hollen spiegel I. 8; eener lens I. 30, 33, 63.
Brandpunten van eenen elliptischen spiegel I. 18.
Brandpuntsafstand eener lens I. 31, 129, 136; van een lenzensteisel I. 151.
Brandspiegels der ouden III. 11.
Brekend vermogen der middenstof; invloed hiervan op de zigtbaarheid der voorwerpen II. 46.
Breking der lichtstralen I. 21.
Brekingsaanwijzer I. 22; middelen

om dezen met behulp van het mikroskoop te bepalen II. 200; III. 485.
Brillen (uitvinding der) III. 17.
Buigingsverschijnselen I. 359; II. 58.
Buishouder III. 382.
Buis van het zamengesteld mikroskoop I. 205, 226.

C.

Calcinatie van mikroskopische voorwerpen II. 199; III. 485.
Camera lucida I. 253; II. 218, 310, 341; van Amici I. 257; III. 434; van Nachet III. 436; van Oberhäuser I. 257; III. 435, 437; van Wollaston I. 256; III. 434; gevoegd bij het zamengesteld mikroskoop III. 434; bij het enkelvoudig mikroskoop III. 437.
Camphine-mikroskoop III. 340.
Canadabalsem; brekingsaanwijzer I. 23; verhouding der kleurschifting I. 50; tot lenzen gebezigd III. 85; tusschen de lenzen eener achromatische dubbellens gebragt. I. 371; III. 180; als bewaarmiddel II. 350; III. 468.
Caoutchoucbakjes II. 125.
Capsula lentis II. 53.
Caseine, mikrochemische herkenning II. 251.
Cellen (organische) II. 247; hunne herkenning II. 56.
Cellen, ter opneming van mikroskopische voorwerpen III. 378.
Cellulose, mikrochemische herkenning II. 252.
Celsaprotatie, toestellen ter waarneming II. 159; III. 382.
Celwanden; openingen daarin I. 403 II. 27; verdunde of verdikte plaatsen daarvan II. 27, 64.
Centrering der lenzen in een mikroskoop I. 377.
Chara, omloop daarin II. 159; III. 382.
Chordale doorsnede II. 29.
Chlorammonium-kristallen II. 229.
Chloorcalcium-oplossing als bewaarmiddel II. 348; III. 470.
Chlorophyl, bewaarmiddel II. 352.
Chlorpotassium-kristallen II. 228.
Chlorsodium-kristallen II. 228.
Chlorwaterstofzuur en chlorzouten, mikrochemische herkenning II. 272.
Cholepyrrhine II. 264.
Cholestearine-kristallen II. 245.
Chromatische aberratie I. 48.
Chromiumzuur, tot verharding van dierlijke weefsels II. 142.
Colias rhamni (schubben van) I. 396.
Collectiefglas I. 188; III. 131.
Collodium tot vervaardiging van dekplaatjes gebezigd III. 448.
Compressorium II. 156; van Amici III. 389, van Bisschoff III. 391, van Dujardin III. 389, van Ehenberg III. 385, van Goeze III. 385, van Lister III. 387, van Maissiat III. 391, van Oberhäuser III. 389, van Pacini III. 386, van Purkinje III. 386; van Quatrefages III. 389, van Savi III. 386, van Schick III. 385, 389, van Thuret III. 391, van Wallach III. 388 en van Yeates III. 388.
Coniopsiden III. 70, 95, 173.
Convergerende stralen I. 5.
Convexe leuzen I. 28.
Correctielens van Barfuss III. 283.
Correctielens voor dekplaatjes van verschillende dikte III. 208.
Crownglas; brekingsaanwijzer I. 23; kleurschiftingsvermogen I. 49; verhouding der kleurschifting I. 50.
Cylinderloupen III. 70, 95.
Cyclose II. 160.

Cystine-kristallen II. 243; mikrochemische herkenning II. 267.

D.

Daguerrotypie van mikroskopische voorwerpen II. 337; III. 334.

Dammarhars tusschen de lenzen eener achromatische dubbellens III. 227.

Dekplaatjes; hun gebruik II. 155; vervaardiging II. 122; III. 447; invloed op den verbeteringstoestand der aberratiën I. 25, 207; verbeteringsmiddelen van Amici III. 208, van Ross III. 239, van Smith III. 247, 235.

Diamant; brekingsaanwijzer I. 23; verhouding der kleurschifting I. 50; lenzen daarvan geslepen I. 32, 35, 47, 50, 53, 148; III. 38, 91; tot het snijden van glas II. 121, van dun dekglas III. 448.

Diamantstof tot het scherpen der messen II. 118.

Diaphragmata tot regeling der verlichting; verschillende soorten en gebruik I. 288; van Dollond III. 363, van Musschenbroek III. 48, van Nachet III. 202, van Oberhäuser III. 189, 361, van Powell III. 361, van Varley III. 362.

Diatomeën, hunne bewaring II. 349, 350, 352.

Dierdoosjes III. 373.

Diffractieverschijnselen I. 359; II. 58.

Diffusiebeeld I. 68.

Diktemeter van Lebaillif III. 431.

Dioptrische grondbeginselen I. 5.

Disseetiemikroskopen I. 272; van Lebaillif III. 102, van Lieberkühn III. 64, van Lyonet III. 66, van Nachet III. 260, van Oberhäuser III. 262, van Pritchard III. 107, van Slack III. 114.

Divergerende stralen I. 5.

Doordringend vermogen I. 342.

Doorschijnend maken der voorwerpen, middelen daartoe, II. 48.

Doorsneden; hunne verschillende rigtingen II. 29; vervaardiging II. 133.

Doorvallend licht, I. 105, 276; theorie der mikroskopische waarneming daarbij, II. 42.

Donbletten, I. 149; van Chevalier III. 80, van Conradi III. 127, van Divini III. 122, van Euler III. 74, 153, van Grindl III. 127, van Hersehel III. 74, van Joblot III. 73, van Körner III. 106, van Leeuwenhoek III. 42, 72, van Plössl III. 105, van Pritchard III. 79, van Ross III. 111, van Sturm III. 127, van Wollaston III. 76, van Zahn III. 127.

Draaijende voorwerptafel, z. Voorwerptafel.

Draden in het oculair II. 305; III. 423.

Drooging; invloed op de zigtbaarheid der voorwerpen II. 47; van dierlijke deelen II. 137; van mikroskopische praeparaten II. 347; III. 466.

Droogtoestel II. 138.

Droppelflesehje II. 132, 210; III. 480.

Drukking van mikroskopische voorwerpen, wanneer nuttig II. 55, 56.

Drukwerktuigen II. 156; III. 585; z. Compressorium.

Dubbelbeeldmikrometer III. 429.

Dubbelbeitel II. 114, 146.

Dubbellancet II. 113, 146.

Dubbellenzen uit crown- en flintglas I. 47, 57, 61.

Dubbelmes II. 112, 145; III. 455.

Dubbelzien I. 259; II. 313; III. 425.
Duidelijkheidsafstand van het oog I. 70, 322, 326.
Dynameter van Ramsden I. 130.
Dwaling (aanleidingen tot) II. 32.

E.

Edelgesteenten, lenzen daaruit vervaardigd I. 47, 50, 148; III. 70, 86.
Eenkleurige verlichting III. 357.
Eirometer III. 429.
Eiwit, mikrochemische herkenning II. 251.
Eijeren II. 56.
Elaine, mikrochemische herkenning II. 260.
Elastieke vezelen II. 47.
Elektrische stroom door de mikroskopische voorwerpen gevoerd II. 196; toestel hiertoe II. 197; III. 452.
Elektrieke vonk tot zigtbaar making van snelle bewegingen aangewend II. 167.
Elementaire deelen (blootlegging der) II. 153.
Elliptische aberratie I. 20.
Elliptische lenzen I. 44.
Elliptische spiegels I. 18.
Email der tanden II. 65.
Embryones II. 141.
Enkelvoudig dioptrisch mikroskoop I. 119; III. 37, 477.
Enkelvoudig katoptrisch mikroskoop III. 291.
Engyskopen I. 3; III. 230.
Entoptische verschijnselen I. 112; II. 38.
Epithelium-weefsels II. 57, 106, 155.
Etherische olieën, mikrochemische herkenning II. 261.
Etherisatie van kleine dieren II. 163.
Etter II. 263.
Eupion, als bewaarmiddel III. 472.
Evenwijdige stralen I. 5.
Excentrische verlichting, inrigtingen daartoe III. 350, 352.

F.

Filtrering van zeer geringe hoeveelheden vochts II. 213.
Fleschhouder III. 332.
Flintglas, brekingsaanwijzer I. 23; kleurschiftingsvermogen I. 49; verhouding der kleurschifting I. 50.
Fluorkieselsodium-kristallen II. 229.
Focimeters II. 62; III. 439, van Dakin III. 440, van Smith III. 248, van Solly III. 110, van Powell III. 243.
Foraminiferen, hunne bewaring II. 350.

G.

Gal, mikrochemische herkenning II. 264.
Ganglieneellen II. 153.
Gasmikroskoop III. 336.
Gezigtshoek I. 77.,
Gezigtsveld I. 139; meting der grootte I. 338; verschillende kleur I. 375, graad van platheid I. 125, 382.
Gips, als spiegelbekleedsel aangewend I. 300; III. 350.
Gipsbrei ter bevestiging der voorwerpen II. 130.
Gipskristallen II. 232.
Glasbolletjes, voor lenzen gebezigd, van Adams III. 52, van Crooke III. 54, van Della Torre III. 53, van Gaudin III. 490, van Gray III. 53, van Hartsocker III. 51, van Hertel III. 53, van Hooke III. 50, van Hudde III. 52, van

Laligant III. 54, van Martin III. 53, 146, van Musschenbroek III. 52, van Nicholson III. 54, van Sehrader III. 52, van Sivright III. 54; voorschriften tot hunne vervaardiging III. 55.

Glasmikrometers I. 333; II. 293, 296; III. 408, z. Mikrometers.

Glasslijpen aan de ouden bekend III. 6.

Glassnijplauk II. 120.

Glasstaafjes II. 131.

Glas van Faraday, tot lenzen gebruikt III. 233.

Glasvlies tot bedekking der voorwerpen gebezigd II. 123; III. 447.

Glazen bakjes voor praeparaten II. 127.

Glazen voorwerpplaatjes II. 40, 119; werktuig om deze te snijden II. 120.

Glycerine, als bewaarmiddel III. 470.

Goniometers II. 217; III. 441, van Brewster III. 441, van Brunner III. 199, van Chevalier III. 442, van Leeson III. 444, van Nobert III. 227, van Paeini III. 214, van Raspail III. 442, van Schmidt III. 443.

Goudgrond, goudlijm, II. 353; goudvernis III. 468.

Granaat, brekingsaanwijzer I. 23; verhouding der kleurschifting I. 50; lenzen daarvan geslepen I. 32, 35, 53; III. 70, 83.

Grenshoek I. 26.

Grenspunten van het oog I. 72.

Grenzen van het waarnemingsvermogen, door het bloote oog I. 78; II. 77; door het mikroskoop II. 85.

Grenzen van het optisch vermogen van een mikroskoop (handelwijze ter bepaling der) I. 407.

Gutta-percha-bakjes II. 126.

H.

Haarvaten, hunne waarneembaarmaking II. 171, 285.

Haken tot bevestiging der voorwerpen, II. 119.

Handen; regelen tot hun gebruik bij mikroskopisch onderzoek II. 11.

Haren, doorsneden daarvan II. 136; bewaring der praeparaten II. 349, der muis I. 402, der vledermuis I. 402.

Harsen, mikrochemische herkenning II. 261.

Herkenningsmiddelen bij mikrochemische onderzoekingen II. 210.

Hersenen II. 54, 155, 158, 194, bewaring der praeparaten II. 352.

Hippuurzuur-kristallen II. 242; mikrochemische herkenning II. 268; III. 439.

Hoekmeting van kristallen II. 218; III. 442.

Holle lenzen I. 28.

Holle spiegels I. 7.

Hoornweefsel II. 57.

Horizontale mikroskopen I. 232, 251; III. 135, 131, 184, 205.

Houtazijn tot verharding van dierlijke weefsels II. 144.

Hipparchia Janira (schubben van) I. 400.

Hydro-oxygeen-mikroskoop I. 166; III. 336.

Hyperbolische lenzen I. 44, 147; III. 129.

I.

Indeeling der mikroskopen I. 1.

Infusoriën II. 158, hunne bewaring II. 352.

Injectie der vaten II. 171.

Iodium-kristallen II. 226.

Iris der visschen II. 70.

Irradiatie I. 75; II. 97.

K.

Kaasmijten, hunne bewaring II. 349.

Kalkzouten, mikrochemische herkenning II. 278.

Katadioptrisch mikroskoop I. 236; III. 294.

Katoptrische grondbeginselen I. 5.

Katoptrisch mikroskoop I. 236; III. 291.

Kegelvormig diaphragma III. 141.

Kernen der cellen II. 51, 57.

Kikvorschplaat III. 381.

Klemveertoestellen III. 47, 392.

Kleurschiftingsvermogen I. 49.

Kleurstoffen voor opspuitingen II. 173.

Kleur van het gezigtsveld I. 375.

Kleur der door het mikroskoop waargenomen voorwerpen II. 61.

Koolstofzure kalk II. 52, 57; kristallen II. 231.

Koolstofzure potasch-oplossing, tot verharding van dierlijke weefsels II. 142, als bewaarmiddel II. 352.

Koolstofzure zouten; mikrochemische herkenning II. 270.

Koperoxyd II. 57.

Koralen II. 50, 149, 271; bewaring der praeparaten II. 350.

Kraakbeen, zijne bewaring II. 351, 352.

Kraakbeencellen II. 135.

Kreosoot-oplossing, als bewaarmiddel II. 351; III. 469.

Kristallen, hunne eerste vorming II. 104, 224; tusschen de dubbellenzen I. 370; op de iris der vischen II. 70.

Kristallens, tot vergrooting gebezigd III. 86; bewaring der praeparaten II. 351.

Kristallinische praecipitaten II. 224.

Kristallisatie II. 215.

Kristallographisch onderzoek II. 216,

Kromming der beelden I. 37, 123, 131, 331; III. 231.

Kruisingspunt in het oog I. 76.

Krijt II. 50, 350.

Kunstlicht ter verlichting van mikroskopische voorwerpen I. 303.

Kunstwerken (fijne) der ouden III. 7.

Kurkplaat ter bevestiging der voorwerpen I. 129; voor de waarneming van den bloedsomloop II. 162.

L.

Laars II. 193; III. 449.

Lampmikroskoop I. 166; III. 321.

Lancet II. 147.

Leipapier voor het teekenen met de camera lucida II. 341.

Lens ter versterking der verlichting I. 285; III. 47, 52, 135, 354.

Lenzen; verschillende soorten I. 27; van den besten vorm I. 45; uit vloeistoffen bestaande III. 85; van edelgesteenten III. 87.

Lenzenstelsels; hunne theorie I. 149; als objectieven in het zamengesteld mikroskoop I. 195; III. 126, 276; eerste achromatische III. 179; meting van hunnen openingshoek III. 235.

Lepisma sacharina (schubben van) I. 396.

Levercellen II. 155.

Ligchamelijke eigenschappen in den mikroskopischen waarnemer II. 2.

Lichtsterkte, van lenzen I. 141; van een mikroskoop I. 373.

Loupen I. 119; III. 93, 477.

Loupendrager, van Joblot III. 62, van Lister III. 100, van Lyonet III. 63, 66, 99, van v. Mohl III. 101, van Ross III. 100, van

Strauss Durckheim III. 101, van Trembley III. 63.

Luchtbellen, beelden daardoor gevormd I. 355; II. 45; in lenzen I. 364; tot bepaling van den brekingsaanwijzer van vochten gebruikt II. 203; tot beproeving van het optisch vermogen van een mikroskoop aangewend I. 407.

Luchtvaten der insekten I. 401; II. 56; hunne bewaring II. 352.

Lutum voor de afsluiting der praeparaten II. 353; III. 468, 471.

Lycaena Argus (schubben van) I. 397; II. 65.

Lijm voor het bevestigen van bakjes II. 125; III. 378.

Lijmgevende weefsels II. 250, 285.

Lijmoplossing voor opspuitingen gebezigd II. 177.

M.

Maatstaf voor mikrometrische bepalingen II. 290.

Magnesia-zouten, mikrochemische herkenning II. 279.

Malpighische ligchaampjes II. 153.

Margarine-kristallen II. 244.

Margarinzuur-kristallen II. 245.

Maten, herleiding der verschillende in gebruik zijnde II. 295; tafel voor de herleiding der mikrometrische — II. 320.

Mégagraaph III. 329.

Melksap-vaten (beweging van het vocht in de) II. 160.

Melkzuur; mikrochemische herkenning II. 270; III. 489.

Melkzuur zinkoxyd-kristallen II. 242.

Membrana hyaloidea II. 53.

Meniscus I. 28.

Messen II. 112.

Meting des doormeters van mikroskopische voorwerpen II. 287; door glasmikrometers II. 296; door den voorwerptafel-schroefmikrometer II. 303; door den oculairschroefmikrometer II. 307; door de camera lucida II. 310; door het Sömmeringsche spiegeltje II. 311; door het beeldmikroskoop II. 312; door het dubbelzien II. 313.

Meting, der hoeken van kristallen II. 218; van de dikte der voorwerpen II. 62.

Mica, tot dekplaatjes gebezigd II. 122; III. 372, 447; bij het polariserend mikroskoop gebruikt, I. 315.

Microscopes universels III. 137, 144, 183.

Microscopia ludicria III. 37.

Microscopium parastaticum III. 40.

Microscopia pulicaria III. 38.

Microscopia seria III. 37.

Mikrochemisch onderzoek II. 203.

Mikrochemische toestellen III. 447.

Mikro-goniometers II. 217; III. 441, z. Goniometers.

Mikrometers, draadmikrometer van Wollaston III. 425; glasmikrometers I. 333; II. 296, van Barton III. 411, 417, van Brander III. 409, 417, van de Chaulnes III. 410, van Chevalier II. 293; III. 412, 417, van Coventry III. 411, van Dollond II. 293; III. 411, 417, van Frauenhofer III. 411, van Hoffmann III. 411, van Lebaillif III. 412, van Martin III. 403, van Merz III. 413, van Oberhäuser II. 293; III. 412, 417, 418, van Pistor en Martins III. 418, van Plössl II. 293; III. 418, van Pritchard III. 418, van Ramsden III. 411, 417; naaldmikrometers van Adams III. 403, van Brander III. 409, van Martin III. 403; netmikrometers van Baker III. 410; van Folkes III. 410, van Hertel III.

407, van Hollmann III. 410: parelmoermikrometers van Cavallo III. 411; schroefmikrometers II. 302, van Adams III. 408, van Balthasaris III. 406, van Brunner III. 423, van de Chaulnes III. 418, van Frauenhofer III. 421, van Hertel III. 140, 406, van Martin III. 408, 419, van Nobert III. 227, van Pistor III. 422, van Plössl II. 306; III. 422, van Powell II. 306, van Ramsden III. 420, van Schiek III. 422.

Mikrometrische methoden, keuze hieruit II. 316.

Mikroskoop (uitvinding van het) III. 23.

Mikroskopen,

van Adams, enkelvoudig III. 68, zamengesteld III. 149, lampmikroskoop III. 321.
» Amici, zam. II. 35; III. 181, 205, 491; katadioptrisch I. 238; III. 299; polariserend III. 369.
» Barker, katad. III. 295.
» Barnabita, katad. III. 308.
» Beck, enk. III. 112, zam. III. 247.
» Becker, gasmikroskoop, III. 338.
» Bonannus, zam. III. 135.
» Bouquet, zam. III. 186.
» Brander, zam. III. 151.
» Brewster, katad. I. 238, III. 305.
» Burueker, zam. III. 151.
» Campani, zam. III. 123.
» Carry, enk. III. 111, gasmik. III. 339.
» Cavalleri, katad. III. 307.
» de Chaulnes, zam. III. 151.
» Cherubinus, binoeulair mikroskoop III. 124.
» Chevalier, enk. III. 80, 82, 102; zam. III. 179, 180, 182; regtkeerend III. 259, 260; katad. III. 300; zonmikr. III. 328.
van Conradi, zam. III. 127.
» Cuff, enk. III. 67, zam. 142, zonmikr. 318.
» Culpeper, zam. III. 141.
» Cuno, enk. III. 46.
» Cuthbert, katad. III. 301.
» Dancer, zam. III. 251.
» Dechales, zam. III. 128.
» Della Torre, enk. III. 53.
» Dellebarre, zam. III. 155.
» v. Deyl, zam. III. 160, 170.
» Divini, zam. III. 122.
» Dollond, enk. III. 78, 81; zam. III. 150, 176.
» Doppler, katad. I. 240, III. 309.
» Elkner, zam. 159.
» Fahrenheit, zonmikr. III. 317.
» Fontana, zam. III. 121.
» Frauenhofer, zam. III. 174.
» Galilaeus, zam. III. 28, 121.
» Gelder, III. 298.
» v. Gleichen, enk. III. 61, zam. III. 144.
» Gray, enk. III. 84, kat. III. 291.
» Grindl von Aeh, zam. III. 127.
» Guthrie, katad. III. 306.
» Hartsoeker, enk. III. 47.
» Hen, zam. III. 161, zonmikr. III. 323, 326.
» Hertel, zam. III. 139.
» Hirschmann, zam. III. 224.
» Hoffmann, zam. III. 158.
» Hommema, III. 297.
» Hooke, zam. III. 121.
» Janssen, zam. III. 26, 119.
» Joblot, enk. III. 62, zam. III. 137.
» Jones, enk. III. 68, zam. III. 149.
» Junker zam. III. 159.

van King, zam. III. 253.
» Kircher, enk. III. 40, zonmikr. III. 314.
» Körner, enk. III. 106.
» Kriegsmann, zam. III. 228.
» Lebaillif, enk. III. 104.
» Leeuwenhoek, enk. III. 41.
» Lerebours, zam. 193, zonmikr. III. 328.
» Leutmann, enk. III. 65.
» Lieberkühn, enk. III. 63, zonmikr. III. 317.
» Lommers, zam. III. 144.
» Lyonet, enk. III. 66:
» Mann, zam. III. 150.
» Marshall, zam. III. 138.
» Martin, enk. III. 63, zam. III. 145, katad. 297, zonmikr. III. 323.
» Martins, zam. III. 224, zonmikr. III. 328.
» Matthiessen, zam. III. 228.
» Mattmüller, kat. III. 291.
» Mayer, enk. III. 50.
» Mazzola, enk. III. 68.
» Merz, zam. III. 216.
» Meyersteyn, zam. III. 228.
» Milchmeyer, enk. III. 61.
» de Moneonny, zam. III. 128.
» Musschenbroek (J), enk. III. 47, zam. III. 141.
» Musschenbroek (S), enk. III. 45.
» Nachet, zam. III. 201, regtk. III. 260.
» Newton, katad. III. 294.
» Nobert, zam. III. 226, 416.
» Oberhäuser, zam. III. 186, regtk. III. 262, 264.
» Paauw, zonmikr. III. 319.
» Pacini, zam. III. 214.
» Pistor, zam. III. 224, zonmikr. III. 328.
» Plössl, enk. 105, zam. III. 219, 491, regtk. III. 261, zonmikr. III. 328.
van Pott, katad. III. 303.
» Powell, enk. III. 111, zam. III. 243.
» Pritchard, enk. III. 79, 106, zam. III. 230, regtk. III. 259, katad. III. 301, zonmikr. III. 328.
» Rienks, katad. III. 297.
» Ring, zam. III. 150.
» Roelofs III. 298.
» Ross, enk. III. 109, zam. III. 237, 416.
» Salvetti, zam. III. 123.
» Searlet, zam. III. 141, katad. III. 295.
» Schiek, zam. III. 223.
» Selligue, zam. III. 179.
» Selva, kat. III. 292, katad. III. 296.
» Slack, enk. III. 111.
» Smith, enk. III. 112, zam. III. 247.
» Smith, katad. III. 296.
» Spencer, zam. III. 255.
» Steiner, enk. III. 61, zam. III. 144.
» Sterrop, zam. III. 142.
» Sturm, zam. III. 128.
» Tiedemann, zam. III. 159.
» Tortona, zam. III. 135.
» Traber, kat. III. 291.
» Trécourt, zam. III. 186.
» Tulley, zam. III. 176, 229; katad. III. 304.
» Varley, zam. III. 252.
» Vennebruch, zam. III. 150.
» Vossius, enk. III. 45.
» Wagener, zam. III. 159.
» Weickert, zam. III. 159.
» Wiedenburg, zonmikr. III. 319.
» Wilson, enk. III. 59, 63.
» Wollaston, enk. III. 77.
» Zahn, zam. III. 127, kat. III. 291.

Mikroskopische roller III. 391.
Mikroskopische spanner III. 392.
Mikrotoom van Adams III. 457, van Capanema III. 460, van Cumming III. 457, van Oschatz III. 459, van Quekett III. 457, van Strauss Durkheim II. 114, van Topping III. 453.
Moleculair-beweging II. 69, 193.
Moleculaire praecipitaten II. 223.
Monochromatische verlichting III. 357.
Morphologische reagentia II. 282.
Morpho Menelaüs (schubben van) I. 396; II. 65.
Mouches volantes I. 114; II. 33.
Mijten, hunne bewaring II. 349.
Murexid II. 241.

N.

Naalden II. 115, 211.
Naaldmikrometer, z. Mikrometer.
Nagelen II. 57.
Navicula-pantsers I. 401.
Navicula Spenceri III. 256.
Negatief oculair I. 202.
Negatieve gezigtsindrukken II. 76.
Netvlies I. 65, 96; II. 155; bewaring der praeparaten II. 352.
Netvliesbeeldjes (kleinste) I. 95, 99.
Neurostearine-kristallen II. 245.
Netmikrometer, z. Mikrometer.
Nitella, omloop daarin III. 352.

O.

Objectief I. 180, 193.
Objectieven, eerste achromatische III. 163.
Objectiefstelsels I. 195, 219; eerste achromatische —, III. 179.
Oculair I. 180, 201, 224; aplanatisch —, III. 221, 223, 279; Huygenssch —, I. 202; negatief —, I. 202; orthoskopisch —, III. 281; periskopisch I. 217; positief —, I. 203, 213; Ramsdensch —, I. 213; regtkeerend —, I. 268, III. 259, veranderlijk —, III. 209, 279.
Oculair-schroefmikrometer II. 307; z. Mikrometer.
Olieën (vette), mikrochemische herkenning II. 259.
Olieën (etherische), mikrochemische herkenning II. 261.
Onderlaag der voorwerpen II. 119.
Onderscheidbaar-makend vermogen van een mikroskoop II. 96.
Onderscheidbaarheid der voorwerpen, door het bloote oog I. 97; II. 82; door het mikroskoop II. 90; III. 296, 211.
Onderzoek van een mikroskoop I. 350.
Ontleedmikroskopen, van Lebaillif III. 102, van Lieberkühn III. 64, van Lyonet III. 66, van Nachet III. 260, van Oberhäuser III. 262, van Pritchard III. 107, van Slack III. 104.
Ontleding van mikroskopische voorwerpen (werktuigen ter) II. 112
Oog (hoofdbestanddeelen van het) I. 65; grenzen van deszelfs waarnemingsvermogen, I. 78; II. 77.
Oogen; voorzorgen bij hun gebruik tot mikroskopisch onderzoek II. 7.
Oogglas I. 180.
Opening, openingshoek, van eenen hollen spiegel I. 13; III. 476; van eene lens I. 41, 139; van een lenzenstelsel I. 360; III. 235, 478; invloed op het optisch vermogen van een mikroskoop III. 277.
Opspuiting der vaten II. 171.
Optische as eener lens I. 29.
Optisch middelpunt eener lens I. 29.
Optisch vermogen van een mikros-

koop, onderzoek en beoordeeling daarvan I. 351; bepaling van deszelfs grenzen I. 407; II. 85; vergeleken met dat van het blooto oog II. 94; III. 275.
Optometer I. 70.
Opvallend licht I. 103, 292.
Orthoskopisch oculair III. 281.
Ovaria II. 141.
Oxalzure ammoniak-kristallen II. 230.
Oxalzure kalk-kristallen II. 234.
Oxalzure potasch (zure)- kristallen II. 231.
Oxalzuur ureum-kristallen II. 240.

P.

Papier végetal II. 344.
Pankratisch mikroskoop I. 265; III. 262.
Panscopium III. 138.
Papileo Ulysses (schubben van) II. 65.
Parabolische lenzen III. 129.
Paralelle stralen I. 5.
Parelmoermikrometer III. 411.
Passer tot het meten der beelden I. 336; III. 434.
Passermikroskopen III. 50, 61.
Peeswerefsel II. 47, 154.
Penseel tot opzuiging van voehten II. 131.
Periskopische doublet van J. Hersehel III. 75, 96.
Periskopische lenzen I. 147; III. 69.
Periskopiseh oculair I. 217.
Petrobius maritimus (schubben van) I. 400.
Pieris brassicae (schubben van) I. 399.
Pigmentcellen II. 155.
Pincetten II. 113; III. 454.
Pipet, tot opspuiting gebezigd II. 174.
Pipetten II. 131.
Phosphorzure kalk-kristallen II. 233.
Phosphorzure ammoniak-kristallen II. 230.
Phosphorzure ammoniak-magnesia-kristallen II. 237.
Phosphorzure magnesia-kristallen II. 237.
Phosphorzure soda-ammoniak-kristallen II. 230.
Phosphorzure zouten, mikrochemische herkenning II. 273.
Photo-elektriseh mikroskoop I. 167; III. 342.
Photographische afbeeldingen van mikroskopische voorwerpen II. 337; III. 334.
Plano-concave lenzen I. 29.
Plano-convexe lenzen I. 28.
Planten-weefsels II. 154; hunne bewaring II. 349, 350, 352.
Platina-naalden II. 211.
Podura plumbea (schubben van) I. 399.
Polarisateur I. 313.
Polariserend mikroskoop I. 312; III. 367, 493.
Polituur der lenzen I. 361.
Pollenkorrels II. 49, 136, 261; hunne bewaring II. 350.
Polydynamisehe mikroskopen I. 3, 182; III. 145.
Polijstschiefer van Bilin II. 193.
Positief oculair I. 202, 213.
Positieve gezigtsindrukken II. 76.
Potasch-oplossing, aanwending als mikroehemisch herkenningsmiddel II. 250.
Potasch-zouten, mikrochemische herkenning II. 276.
Praecipitaatligchaampjes II. 57, 193.
Praecipitaten II. 223.
Prisma, in de mikroskoopbuis I. 250; III. 182, 184, 200, 216; tot regtkeering der beelden I. 262; III. 260; ter verlichting met doorvallend licht III. 218, 350; ter verlichting

met opvallend licht III. 180, 220; ter verlichting met schuins invallend licht III. 352; ter projectie der beelden I. 256, 257; III. 435.

Proefplaatje van Nobert I. 403; III. 413, 493.

Proefvoorwerpen I. 384.

Projectie der beelden I. 253; II. 309, 341; III. 434.

Proteine, mikrochemische herkenning II. 246; III. 486.

Psychische vereischten in den mikroskopischen waarnemer II. 16.

R.

Radiale doorsnede II. 29.

Raphiden II. 235.

Reagentiën bij mikrochemische onderzoekingen II. 210.

Regelen (algemeene) bij het mikroskopisch onderzoek II. 28.

Regtkeering der beelden I. 262.

Regtkeerende mikroskopen III. 257.

Riem voor het aanzetten der messen II. 118.

Rigtingslijnen I. 76.

Roller (mikroskopische) II. 157; III. 391.

Rotatie van het celsap II. 159; toestellen ter waarneming III. 382.

Rotatoriën, hunne bewaring II. 352.

Ruggemerg, II. 54, 155, 158, 194, 231; bewaring der praeparaten II. 352.

S.

Sapwegen der planten, hunne zigtbaarmaking III. 483.

Salpeterzuur; tot het uittrekken van tand- en beenweefsel II. 149; tot verharding van dierlijke weefsels II. 141.

Salpeterzure soda-kristallen II. 227.

Salpeterzuur ureum-kristallen II. 239.

Saphir, brekingsaanwijzer I. 23; verhouding der kleurschifting I. 50; lenzen daarvan geslepen I. 32, 35, 47, 143; III. 33, 90.

Scalpellen II. 112.

Schaaf II. 143.

Scharen II. 114.

Scheermes II. 112, 135.

Schelpen II. 50, 149; bewaring der praeparaten II. 350.

Scherm voor de beeldmikroskopen I. 172.

Scherpen der messen II. 116.

Schimmels, hunne bewaring II. 352.

Schroefmikrometer, z. Mikrometer.

Schudding van het mikroskoop (toestel ter voorkoming der) III. 241.

Schuifjes tot bewaring van voorwerpen III. 373.

Schurftmijten, hunne bewaring II. 349.

Schijnbeeld I. 123, 181.

Secundair kleurenbeeld I. 59.

Sedimentum lateritium II. 240.

Slijm, mikrochemische herkenning II. 262.

Slijping van harde weefsels II. 149.

Sodazouten, mikrochemische herkenning II. 276.

Soortelijk gewigt der mikroskopische voorwerpen II. 194.

Spanner, mikroskopische —, III. 392.

Spermatozoa I. 401; II. 43.

Sphaerische aberratie, bij lenzen I. 42, 145; bij holle spiegels I. 14.

Sphinx Elpenor (schubben van) I. 396.

Spiegel, bij het zamengesteld mikroskoop gevoegd III. 139; bij het zonmikroskoop I. 170; III. 314; als deel van den verlichtingstoestel I. 231, 293; III. 349.

Spiegels I. 6; sphaerische holle — bij de ouden bekend I. 11; elliptische — I. 17.

Spiegelmikroskopen III. 141; z. Katoptrisch — en Katadioptrisch

Mikroskoop.
Spiegeltje van Sömmering I. 256; II. 218, 310, 341; III. 435.
Spiegeltje voor de verlichting met opvallend licht I. 293; III. 44, 63, 143, 365.
Spierweefsel II. 140, 153, 154, 247, 285, 317; zijne bewaring II. 351, 352.
Spiraalveertoestel III. 393.
Spiritus tot verharding van dierlijke weefsels II. 141; III. 481.
Spitsenmikrometer van Brewster III. 428.
Sporidiën der algen I. 401; II. 72.
Spuit tot opspuiting der vaten II. 172.
Stander voor het vervaardigen van praeparaten III. 472.
Stearine-kristallen II. 243.
Stearinzuur-kristallen II. 244.
Stippels, der vaten II. 134, der verhoute cellen II. 27, 64.
Streepen in lenzen I. 363.
Stuifmeel II. 49, 261.
Sublimaat-oplossing, tot verharding van dierlijke weefsels II. 141; als bewaarmiddel II. 351.
Suiker, mikrochemische herkenning II. 254; III. 488; oplossing als bewaarmiddel III. 471.

T.

Tafel voor mikroskopische onderzoekingen II. 110.
Tanden II. 148, 271; bewaring der praeparaten II. 349, 351.
Tandémail II. 65.
Tangen tot het vasthouden der mikroskopische voorwerpen II. 118; III. 47, 48, 373, 376, 454.
Tangentiale doorsnede II. 29.
Taurine-kristallen II. 243.
Teekenen van mikroskopische voorwerpen II. 335.
Terugkaatsing der stralen I. 6.
Tinea Vestianella (schubben van) I. 398.
Toebereiding der voorwerpen tot mikroskopisch onderzoek II. 107.
Tombeaux III. 41.
Topaas, brekingsaanwijzer I. 23; verhouding der kleurschifting I. 50; lenzen daarvan vervaardigd III. 91.
Totale reflectie I. 26, 250, 295.
Tooverlantaarn, uitvinding III. 314.
Trachcën der insekten I. 401; II. 56; hunne bewaring II. 352.
Trilbeweging II. 67, 166.
Tripletten I. 149, van Chevalier III. 80, van Holland III. 80, van Pritchard III. 80.

U.

Uitdamping II. 215.
Uitspoeling van mikroskopische voorwerpen II. 214.
Universele mikroskopen I. 3; III. 137, 144, 183.
Urcum, kristallen II. 239; mikrochemische herkenning II. 265; invloed op den kristalvorm van chlorsodium II. 228, 267.
Urine, mikrochemiseh onderzoek II. 281.
Urinzure ammoniak-kristallen II. 241.
Urinzuur-kristallen II. 240; mikrochemische herkenning II. 267.
Urinzure soda-kristallen II. 242.
Uroërythrine II. 240.
Uterus II. 141, 145.

V.

Vaten, hunne opspuiting II. 171.
Vederen, bewaring der praeparaten II. 349.
Veerkrachtig weefsel II. 250.
Verbetering der sphaerische aberratie I. 45, 145; der chromatische aberratie I. 55, 352.

Verbranding van mikroskopische voorwerpen II. 199; III. 485.

Verdamping II. 215.

Vereenigingspunt, der door eene lens gebroken stralen I. 33; der stralen door eenen hollen spiegel teruggekaatst I. 9.

Vergrootingen (regelen tot het gebruik van verschillende) II. 27.

Vergrootend vermogen, van lenzen I. 122, 127, 135; III. 476; van lenzenstelsels I. 152, van een zamengesteld mikroskoop I. 183; van een beeldmikroskoop I. 175; van bolvormige doorschijnende ligchamen en van holle spiegels aan de ouden bekend III. 5, 11; der mikroskopen in het algemeen en middelen om het te bepalen I. 331.

Verhardingsmiddelen van dierlijke weefsels II. 139; III. 481.

Verlichting der voorwerpen, invloed hiervan op hunne zigtbaarheid I. 104; II. 277.

Verlichting der mikroskopische voorwerpen I. 275; met doorvallend licht I. 276; met schuins invallend licht I. 278; met opvallend licht I. 292; door totale reflectie I. 295; door zonlicht I. 297; door diffuus daglicht I. 299; door kunstlicht I. 303; door éénkleurig licht I. 292; III. 357; door gepolariseerd licht I. 311; in het beeldmikroskoop I. 165.

Verlichtingstoestel, hoofdvereischten daarin I. 281.

Verlichtingstoestellen, voor doorvallend licht I. 282; III. 347, 492, van Amici III. 207, 359, van Bonannus III. 135, van Brewster III. 356, van Dujardin III. 353, van Hartsocker III. 52, 343, van Hertel III. 139, 349, van Ross III. 359, van Tortona III. 133, van Wollaston III. 77, 355; — voor opvallend licht I. 292; III. 364, van Hooke III. 122, 132, van Leeuwenhoek III. 44, van Selligue III. 130, van Swaving III. 364, van Pritchard III. 367, van Ross III. 366; — voor schuins invallend licht I. 283, van van Deyl III. 160, 351, van Martin III. 351, van Nachet III. 352; — voor gepolariseerd licht I. 311, van Amici III. 369, van Brewster III. 367, van Chevalier III. 368, van Talbot III. 368.

Vernis, tot bewaring van praeparaten III. 467.

Verstrooijingslenzen I. 29, 40.

Verstrooijingslens in een zamengesteld mikroskoop geplaatst I. 206.

Verstrooijingsbeeld I. 68.

Verstrooijingspunt I. 40.

Vertrek tot mikroskopische onderzoekingen bestemd II. 108.

Verwarming van mikroskopische voorwerpen II. 198; III. 450, 485.

Verweering der lenzen I. 366.

Verzamelingsglas I. 188; III. 131.

Verzamelingslenzen I. 28.

Vetbolletjes, beeldvorming daardoor II. 45.

Vetten, mikrochemische herkenning II. 259.

Vetweefsel II. 56, zijne bewaring II. 351.

Vibriones II. 72.

Vischlijm tot lenzen gebezigd III. 84.

Visschubben II. 136, bewaring der praeparaten II. 349.

Vitra pulicaria III. 38.

Vliezen II. 137.

Vliezige praecipitaten II. 224.

Vloeistoffen, tot achromatisatie gebezigd III. 175; ter bevochtiging der voorwerpen II. 49.

Vlokkige praecipitaten II. 224.

Vochtwegen in de planten, hunne zigtbaarmaking III. 483.

Vogelooglenzen II. 70, 95, 178.
Vorm der voorwerpen (grenzen der herkenbaarheid van den), door het bloote oog II. 84; door een mikroskoop II. 93.
Voorwerpglas I. 180.
Voorwerpplaatjes II. 119.
Voorwerptafel I. 250, diagonaal beweegbare —, van de Chaulnes III. 395, van Dollond III. 78, van Frauenhofer III. 396, van Hertel III. 139, 395, van Martin III. 395, van Ross III. 110, van Schiek III. 396, van Tiedemann III. 396, van Tyrrell III. 397, van Varley III. 397, van White III. 398; draaijende —, van Brunner III. 199, 401, van Hertel III. 139, 400, van Legg III. 401, van Martin III. 400, van Oberhäuser III. 187, 400, van Pacini III. 214, 401, van Strauss Durekheim III. 400.
Vijlen 116.

W.

Warmte; middelen om de voorwerpen aan eenen verhoogden warmtegraad bloot te stellen II. 198; III. 450, 485.
Was, ter bevestiging der voorwerpen aangewend II. 130; herkenning door het mikroskoop III. 433.
Wassching van mikroskopische voorwerpen II. 214.
Water; invloed daarvan op de weefsels II. 153.
Watermikroskoop van Ellis III. 67, van Gray 84.
Werktuiglijke inrigting, van het enkelvoudig mikroskoop I. 158; van het beeldmikroskoop I. 165; van het zamengesteld mikroskoop I. 227.
Wijnsteenzure potasch (zure)-kristallen II. 230.
Wijnsteenzure kalk-kristallen III. 489.

Y.

Yzer, mikrochemische herkenning II. 279.

Z.

Zaag II. 116.
Zakloupen III. 97.
Zamengesteld dioptrisch mikroskoop I. 180; III. 119.
Zeelijm III. 378.
Zenuwen II. 54, 140, 153, 154, 284, 317; bewaring der primitiefbuizen II. 352.
Zetmeel, bewaarmiddel der korrels II. 352.
Zigtbaar-makend vermogen van een mikroskoop II. 96.
Zigtbaarheid der kleinste voorwerpen, door het bloote oog I. 78; II. 77; door een mikroskoop II. 86.
Zonlicht tot verlichting der mikroskopische voorwerpen gebruikt I. 297.
Zonmikroskoop I. 169; uitvinding III. 314; optische inrigting III. 324, 328; werktuiglijke inrigting I. 165; III. 321; voor ondoorschijnende voorwerpen III. 321; tot teekenen ingerigt III. 320, 328; draagbaar —, II. 312, 341; III. 331, 438.
Zoutzuur, tot het uittrekken van tand- en beenweefsel II. 149.
Zuigpenseel II. 131.
Zwaarte der mikroskopische voorwerpen II. 193.
Zwavelzure ammoniak-kristallen II. 230.
Zwavelzure kalk-kristallen II. 232.
Zwavelzure zouten, mikrochemische herkenning II. 271.

VERKLARING DER PLATEN.

Plaat. I.

Fig. 1. Vitrum pulicare (z. bl. 38).
» 2. Oud enkelvoudig mikroskoop (z. bl. 40).
» 3. Mikroskoopdoosje (z. bl. 40).
» 4. Enkelvoudig mikroskoop van Hartsoeker (z. bl. 47).
» 5 en 5′. „ „ „ Leeuwenhoek (z. bl. 41).
» 6 en 7. Toestel voor de waarneming van den bloedsomloop, van denzelfden (z. bl. 380).
» 8. Hol metalen spiegeltje ter verlichting met opvallend licht, van denzelfden (z. bl. 364).
» 9. Enkelvoudig mikroskoop van Cuno (z. bl. 46).
» 10 en 11. Enkelvoudige mikroskopen van J. Musschenbroek (z. bl. 48.)
» 12. Passermikroskoop (z. bl. 50).
» 13. Enkelvoudig mikroskoop van Joblot (z. bl. 62).
» 14, 17 en 18. Enkelvoudige mikroskopen van Wilson (z. bl. 59).
» 15 en 16. Enkelvoudige mikroskopen met terugkaatsende holle spiegeltjes van Lieberkühn (z. bl. 63).
» 19. Busje voor glasbolletjes, in doorsnede (z. bl. 55).

Plaat II.

» 1. Periskopische lens van Wollaston (z. bl. 69).
» 2. Gegroefde bol van Brewster (z. bl. 69).
» 3 en 4. Vogelooglenzen van Coddington (z. bl. 70).
» 5. Lens van Stanhope (z. bl. 71).
» 6, 7 en 8. Doubletten van Herschel (z. bl. 74).
» 9. Doublet van Wollaston (z. bl. 76).
» 10, 11. Enkelvoudig mikroskoop van denzelfden (z. bl. 77).
» 12. Cylinderloupe (z. bl. 70).
» 13. Doublet van Chevalier (z. bl. 80).
» 14. Doublet van Adams (z. bl. 73).
» 15. „ „ Frauenhofer
» 16. Triplet van Holland (z. bl. 80).

Fig. 17. Watermikroskoop van Gray (z. bl. 84).
» 18. Loupendrager van Joblot (z. bl. 63).
» 19. Zakloupe (z. bl. 97).
» 20. Enkelvoudig mikroskoop van Lyonet (z. bl. 66).
» 21. „ „ „ Cuff (z. bl. 67).
» 22. „ „ „ Mazzola (z. bl. 68).
» 23. Loupendrager van Lister (z. bl. 99).
» 24. „ „ Ross (z. bl. 100).
» 25. „ „ v. Mohl (z. bl. 101).
» 26. „ „ Strauss Durekheim (z. bl. 101).

Plaat III.

» 1. Enkelvoudig mikroskoop van Chevalier (z. bl. 103).
» 2. Ontleed-mikroskoop van Lebaillif (z. bl. 104).
» 3. Enkelvoudig mikroskoop van Plössl (z. bl. 105).
» 4. „ „ „ Körner (z. bl. 106).
» 5. Ontleed-mikroskoop van Pritchard (z. bl. 107).
» 6. Enkelvoudig mikroskoop van denzelfden (z. bl. 108).
» 7. „ „ „ Ross (z. bl. 109).
» 8. Ontleed-mikroskoop van Slack (z. bl. 113).
» 9. Zamengesteld mikroskoop van Hooke (z. bl. 124).
» 10. Binoculair mikroskoop van Cherubinus (z. bl. 124).
» 11. Ander binoculair mikroskoop (z. bl. 126).
» 12. Zamengesteld mikroskoop van Grindl von Ach (z. bl. 127).
» 13. „ „ „ Zahn (z. bl. 129).

Plaat IV.

» 1. Mikroskoop van Tortona (z. bl. 133).
» 2. „ „ Bonannus (z. bl. 135.)
» 3. „ „ Joblot (z. bl. 137).
» 4. Tangetjes van denzelfden (z. bl. 376).
» 5. Mikroskoop van Marshall (z. bl. 138).
» 6. „ „ Hertel (z. bl. 139).
» 7. „ „ Culpeper en Scarlet (z. bl. 141.)
» 8. „ „ Cuff (z. bl. 142).
» 9. Spiegeltje voor opvallend licht bij dit mikroskoop (z. bl. 143).
» 10 en 11. Mikroskopen van Martin (z. bl. 145).

Plaat V.

» 1. Mikroskoop van Jones (z. bl. 149).
» 2. „ „ Dellebarre (z. bl. 155).
» 3. „ „ van Deyl (z. bl. 172).

Fig. 4. Achromatische bol van Brewster (z. bl. 175).
» 5. Horizontaal mikroskoop van Chevalier (z. bl. 183).
» 6 en 7. Mikrochemische toestel van denzelfden (z. bl. 450).
» 8. Klein mikroskoop van Lerebours (z. bl. 193).
» 8'. Daarbij behoorend veranderlijk lenzenstelsel (z. bl. 193).
» 9. Mikroskoop van Merz (z. bl. 217).
» 10. Kikvorschplaat van Ross (z. bl. 331).
» 11. Verlichtingstoestel van Swaving (z. bl. 364).
» 12. Regtkeerend prisma van Chevalier (z. bl. 259).
» 13. Goniometer van denzelfden (z. bl. 442).

Plaat VI.

» 1. Mikroskoop van Amici (z. bl. 206).
» 2. Groot mikroskoop van Oberhäuser (oud model) (z. bl. 187).
» 3. „ „ „ „ (nieuw model) (z. bl. 190).
» 4. Engyskoop van Goring (z. bl. 230).
» 5. Veerklem van Chevalier (z. bl. 394).
» 6. Draaijend diaphragma (z. bl. 361).
» 7. Verlichtingstoestel van Brewster (z. bl. 326).
» 8. „ „ Dujardin (z. bl. 353).
» 9. „ „ Nachet (z. bl. 352).
» 10. „ „ Ross (z. bl. 359).
» 11. Verlichtingslens van denzelfden (z. bl. 365).
» 12. Toestel van Leonard voor de verlichting met opvallend licht (z. bl. 365).
» 13. Onderste gedeelte eener mikroskoopbuis met het daaraan bevestigd terugkaatsend spiegeltje voor opvallend licht (z. bl. 366).
» 14. Spiegeltje voor zijdelingsche verlichting van Ross (z. bl. 366).
» 15. Stoppen ter afsluiting van het licht (z. bl. 366).
» 16. Regte en gebogen laars van Goring (z. bl. 449).

Plaat VII.

» 1. Mikroskoop van Pacini (z. bl. 214).
» 2. „ „ Plössl (z. bl. 219).
» 3. „ „ Pritchard (z. bl. 232.)
» 4. Voorwerptafel van denzelfden (z. bl. 232.)
» 5. Mikrotoom van Oschatz (z. bl. 459.)
» 6. Werktuig tot het meten van den openingshoek, van Goring (z. bl. 235).
» 7. Compressorium van Schiek (z. bl. 383).
» 8. Mikroskopische spanner van Fick (z. bl. 392).
» 9. Compressorium van Pacini (z. bl. 386).
» 10 en 10'. Dierdoosje van Varley (z. bl. 371).

Fig. 11. Compressorium van Wallach (z. bl. 390).
» 12. Dierdoosje van Powell (z. bl. 375).
» 13. Tangetje van Strauss Durckheim (z. bl. 376).
» 14. Dierdoosje van Tulley (z. bl. 374).
» 15 en 16. Diaphragma van Dollond (z. bl. 363).
» 17. Bakje van Laurent (z. bl. 377).

Plaat VIII.

» 1. Mikroskoop van Ross (z. bl. 240).
» 2. Veranderlijk lenzenstelsel van denzelfden, voor het gebruik van verschillende dekplaatjes (z. bl. 239).
» 3. Inrigting van denzelfden tot vaststelling van den voet des mikroskoops (z. bl. 241).
» 4. Mikroskoop van Powell en Lealand (z. bl. 245).
» 5. „ „ Smith en Beck (z. bl. 249).
» 6. Veranderlijk lenzenstelsel van dezelfden (z. bl. 248).
» 7. Schuifpincet voor het opnemen van diepliggende voorwerpen (z. bl. 455).
» 8 en 9. Voorwerptafel-schroefmikrometer (z. bl. 421).
» 10 en 11. Fleschhouder van Varley voor de waarneming der celsap-rotatie (z. bl. 382).
» 12. Glasbakje van Darker (z. bl. 378).
» 13. Pincet van Varley (z. bl. 455).
» 14. Klemtangetje (z. bl. 376).
» 15. Mikrotoom van Quckett (z. bl. 457).
» 16. Aanwijzer van denzelfden (z. bl. 424).

Plaat IX.

» 1. Mikroskoop van Varley (z. bl. 252).
» 2 en 3. Regtkeerend mikroskoop van Nachet (z. bl. 260).
» 3'. Camera lucida van Nachet (z. bl. 436).
» 4. Regtkeerend of pankratisch mikroskoop van Oberhäuser (z. bl. 262).
» 5. Enkelvoudig polariserend mikroskoop van Brewster (z. bl. 367).
» 6. Nicolsch prisma voor het gebruik in het mikroskoop ingerigt (z. bl. 368).
» 7. Polarisatietoestel van Amici (z. bl. 369).
» 8 en 9. Bakjes voor de waarneming der celsap-rotatie (z. bl. 383).
» 10. Beweeglijke voorwerptafel van Schick (z. bl. 396).
» 11. „ „ „ Tyrrell (z. bl. 397).
» 12. „ „ „ Oberhäuser (z. bl. 396).
» 13. Goniometer van Schmidt (z. bl. 443).

Plaat X.

Fig. 1. Katoptrisch mikroskoop van Gray (z. bl. 291).
» 2. Oud katadioptrisch mikroskoop (z. bl. 295).
» 3. Katadioptrisch mikroskoop van Amici (z. bl. 299).
» 4, 5 en 6. Katadioptrische mikroskopen van Tulley (z. bl. 304).
» 7. Katadioptrisch mikroskoop van Pott (z. bl. 303).
» 8. „ „ „ Brewster (z. bl. 305).
» 9. „ „ „ Pritchard (z. bl. 301).
» 10. „ „ „ Smith (z. bl. 296).
» 11. „ „ „ Brewster (z. bl. 306).
» 12. Katoptrisch objectief van Cuthbert (z. bl. 301).
» 13, 14 en 15. Goniometer van Lecson (z. bl. 444).
» 16. Oculairschroefmikrometer van Ramsden (z. bl. 420).
» 17. Oculairglasmikrometer.
» 18. Naaldmikrometer van Adams (z. bl. 403).
» 19. Mikrometer van Wollaston (z. bl. 427).
» 20. Lenzen van Brewster tot het gelijktijdig zien van voorwerpen op verschillende afstanden (z. bl. 427).
» 21. Passer voor het meten van de geprojicieerde beelden (z. bl. 434).
» 22. Mikrotoom van Capanema (z. bl. 460).

Fig. 1.

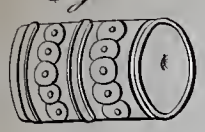


Fig. 4.

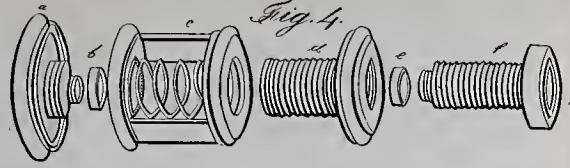


Fig. 7.



Fig. 8.

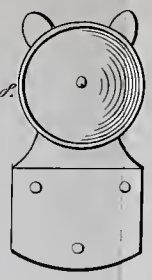


Fig. 9.

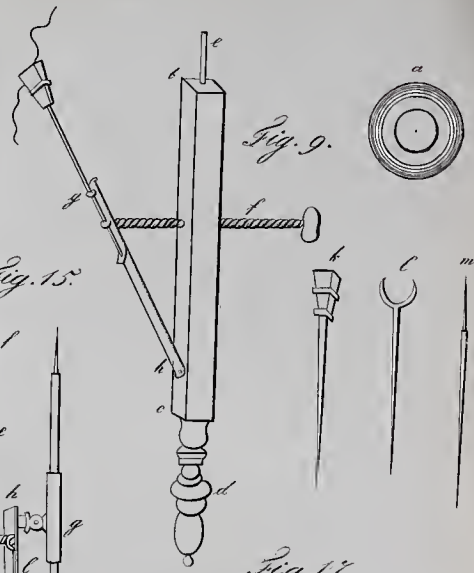


Fig. 2.



Fig. 3.

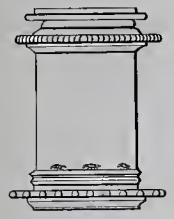


Fig. 5.

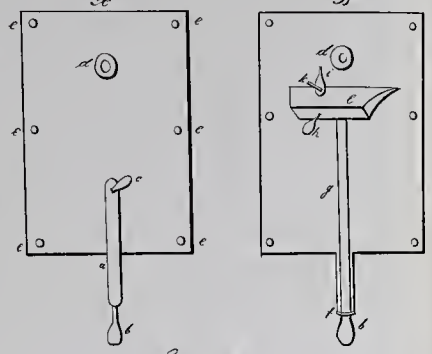


Fig. 5.*

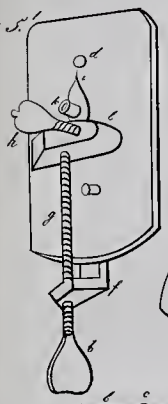


Fig. 6.

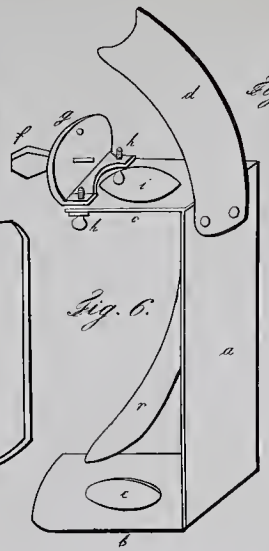


Fig. 15.

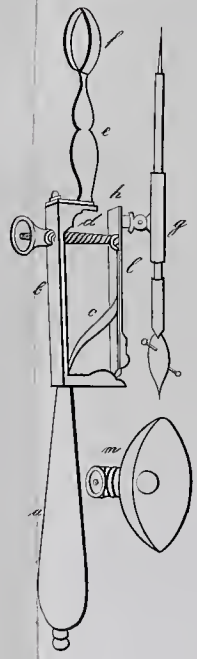


Fig. 10.

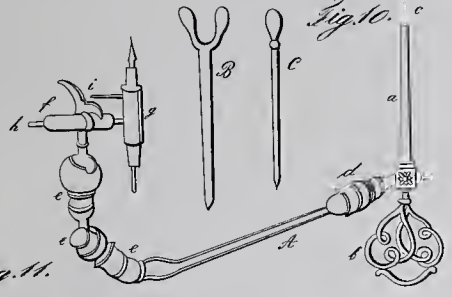


Fig. 11.



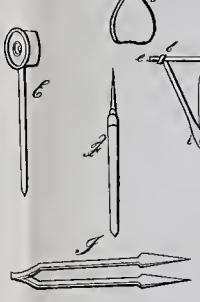


Fig. 14.

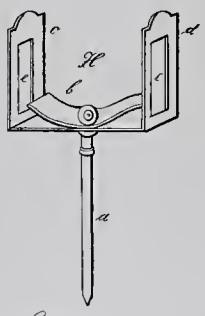


Fig. 17.

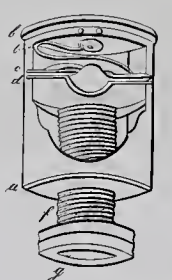


Fig. 18.

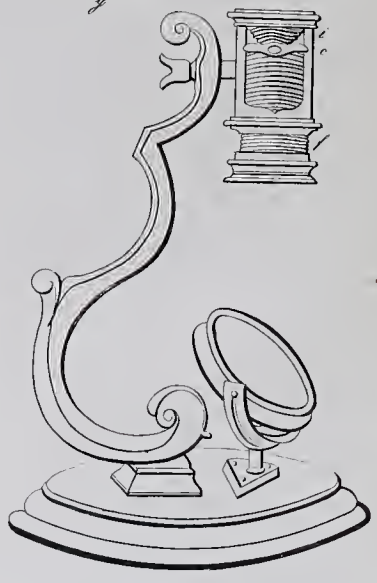
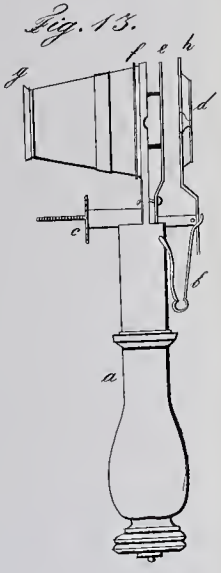


Fig. 12.



Fig. 13.



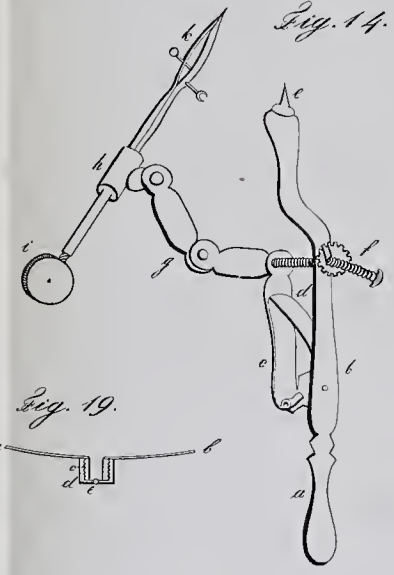


Fig. 16.

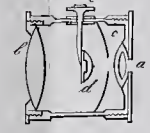


Fig. 19.

Steend. van J.L. WICHELHAUSEN.

Fig. 1. Fig. 2. A Fig. 3. B Fig. 4. Fig. 5.

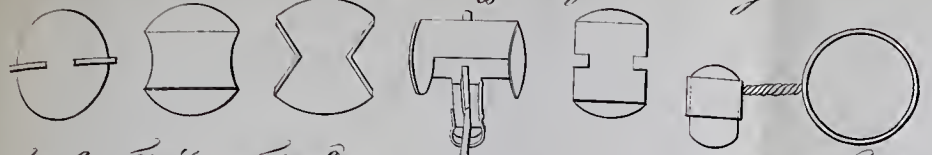


Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

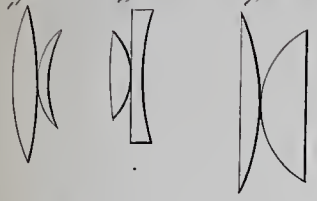


Fig. 12.

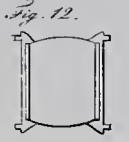


Fig. 9.

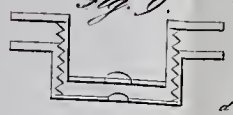


Fig. 10.



Fig. 11.

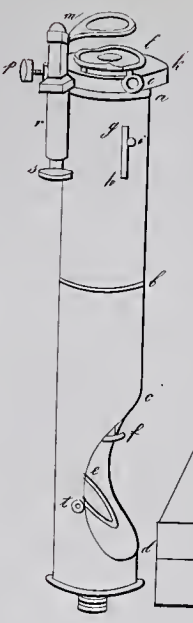


Fig. 21.

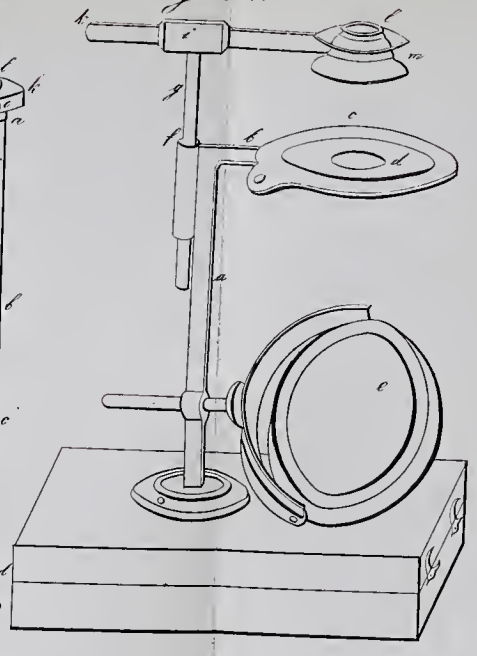


Fig. 22.

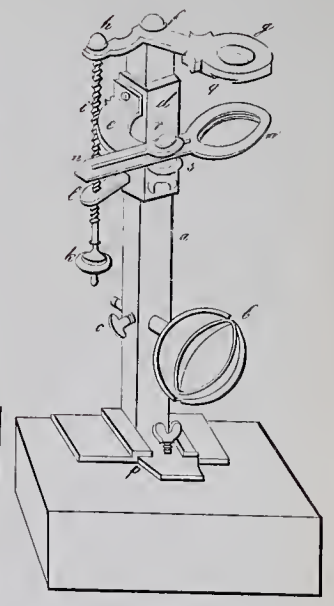


Fig. 13.

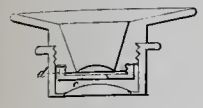


Fig. 14.

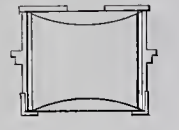


Fig. 15.

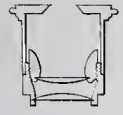


Fig. 17.

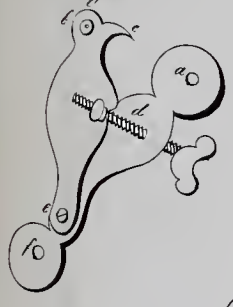


Fig. 16.



Fig. 19.

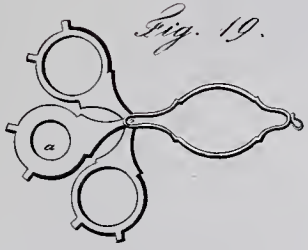


Fig. 20.

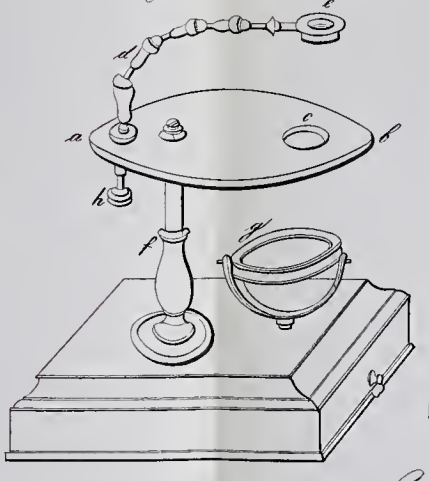


Fig. 23.

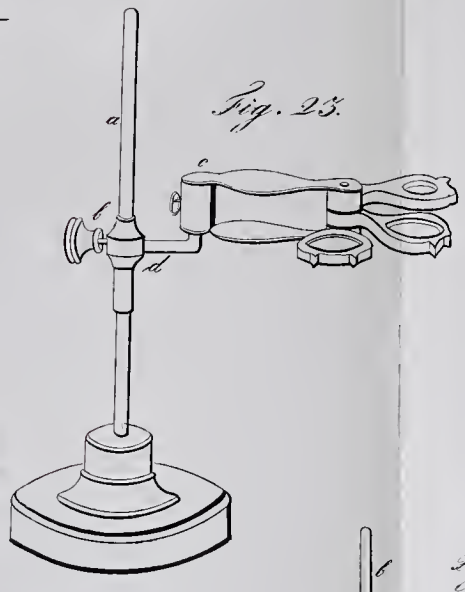


Fig. 24.

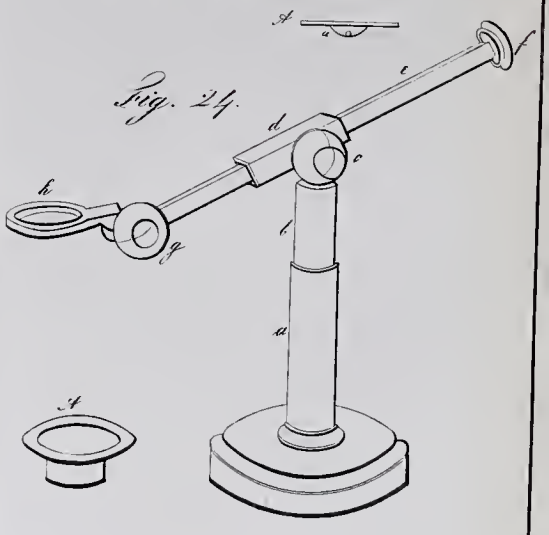


Fig. 18.

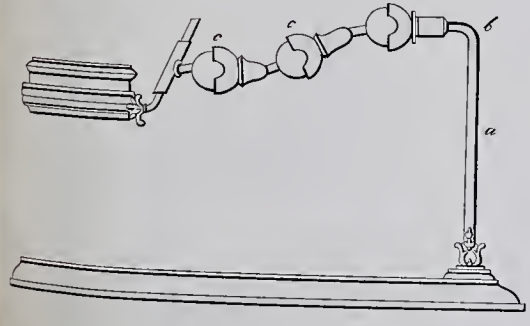


Fig. 25.

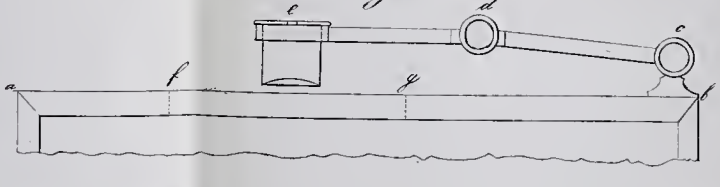
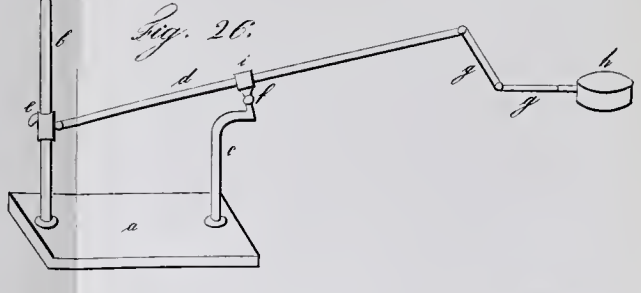


Fig. 26.



Steend. van J.L. WICHELHAUSEN.

Fig. 1.

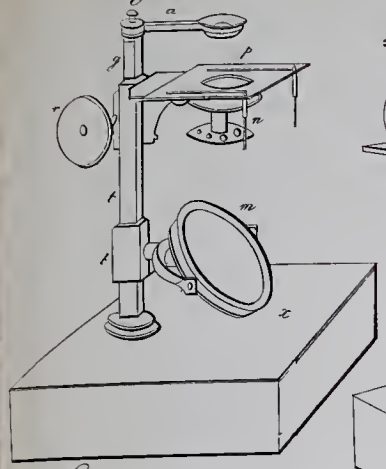


Fig. 2.

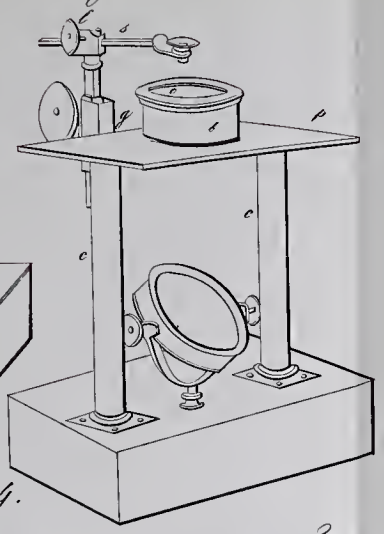


Fig. 7.

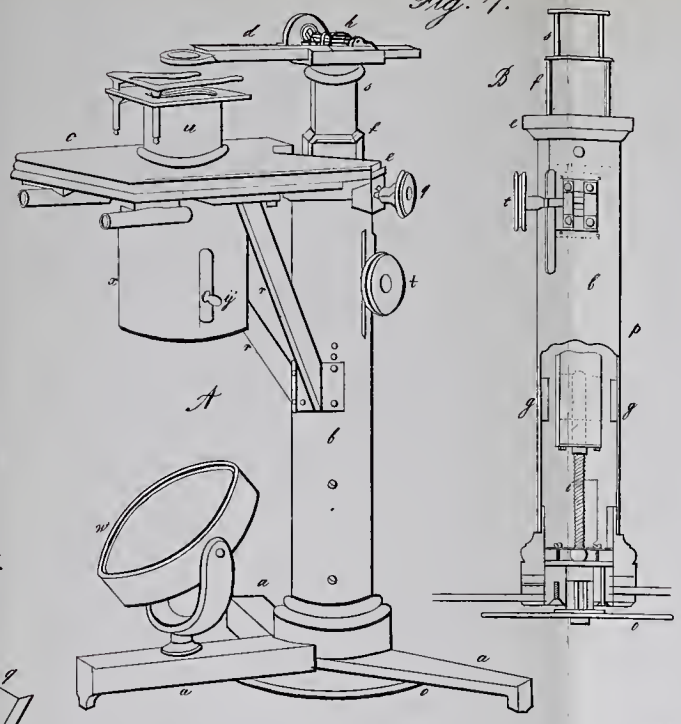


Fig. 8.

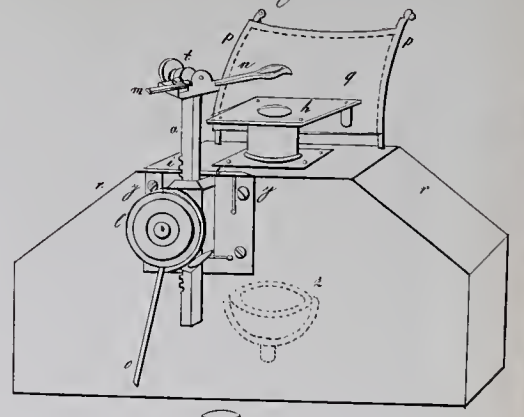


Fig. 3.

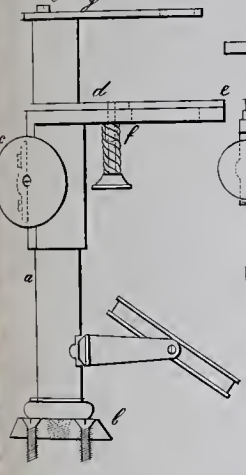


Fig. 4.

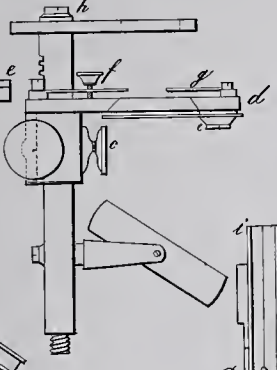


Fig. 6.

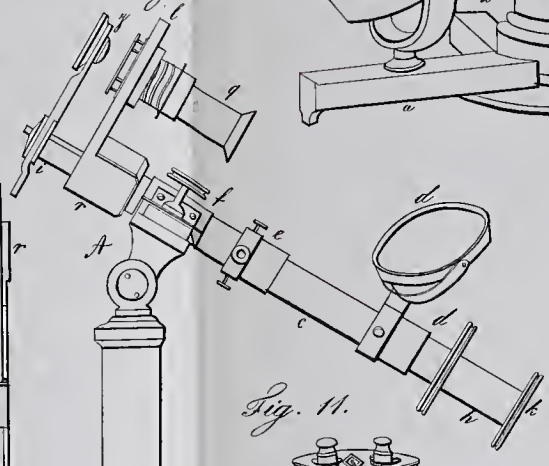


Fig. 13.

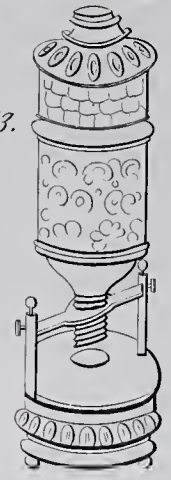


Fig. 9.

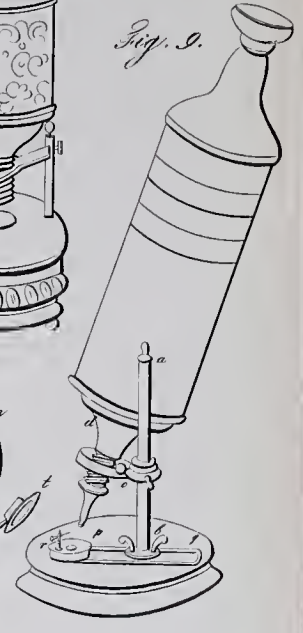


Fig. 5.

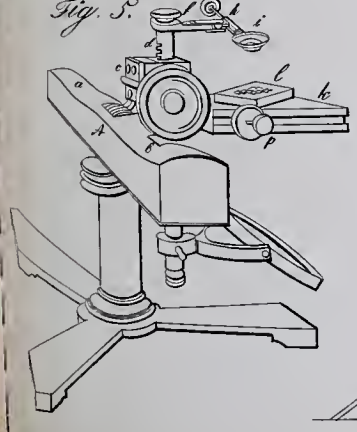


Fig. 11.

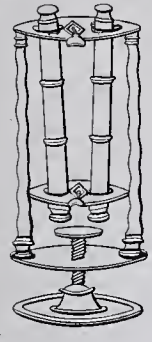


Fig. 12.

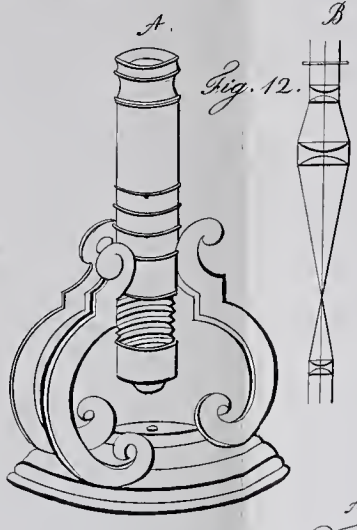
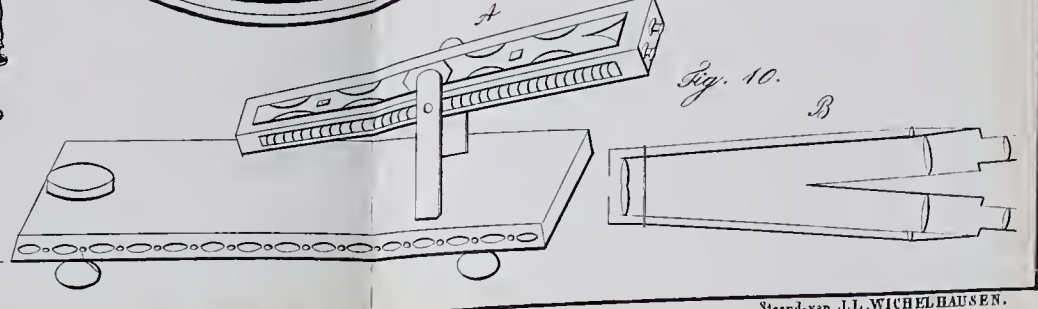


Fig. 10.



Steend. van J.L. WICHELHAUSEN.

Fig. 1.

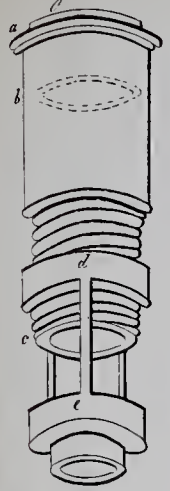


Fig. 2.

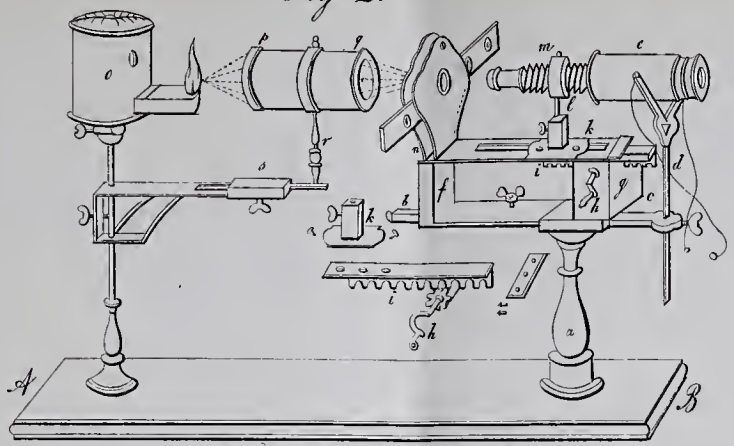


Fig. 3.

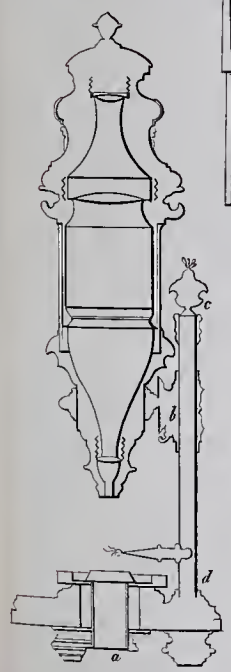


Fig. 4.

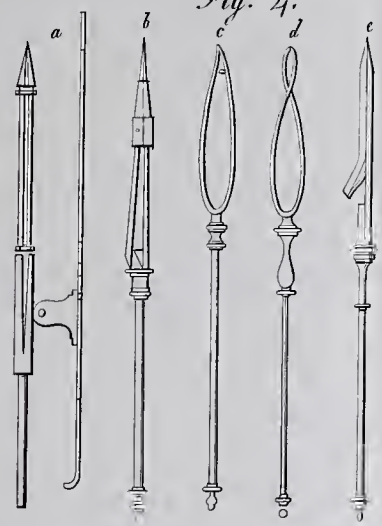


Fig. 5.

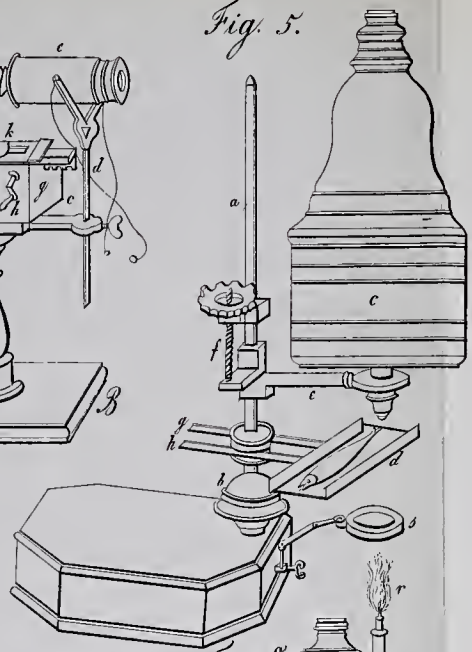


Fig. 6.

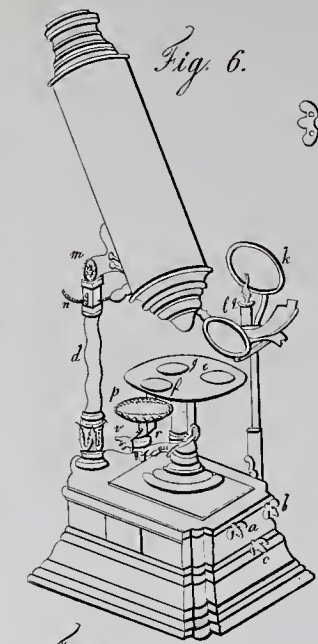


Fig. 7.

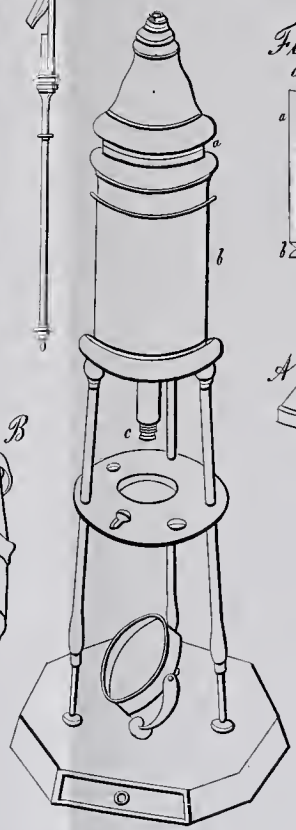


Fig. 8.

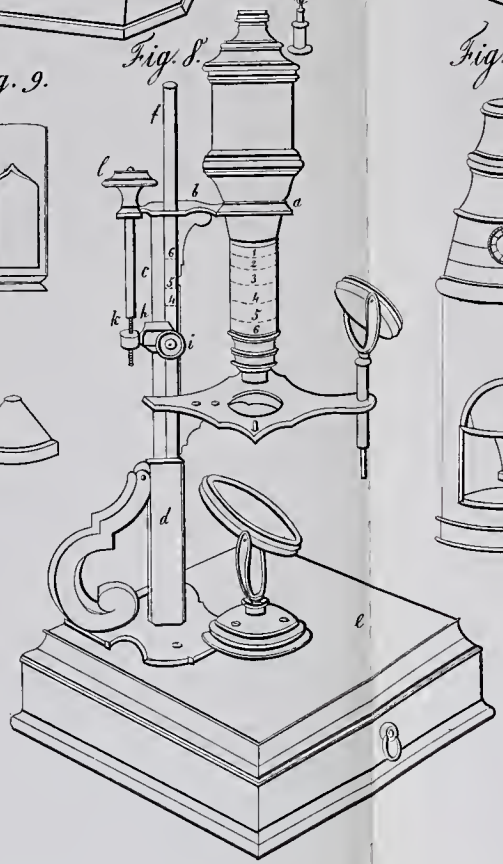


Fig. 9.

Fig. 10.

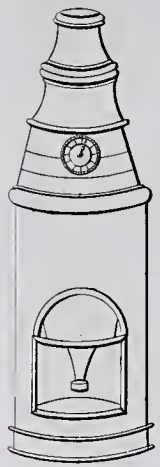


Fig. 11.

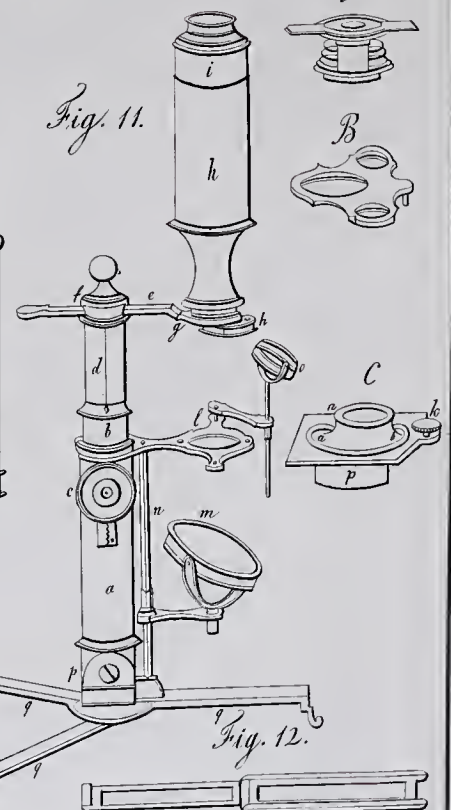


Fig. 12.

Steend. van J.L. WICHELHAUSEN.

Fig. 1.

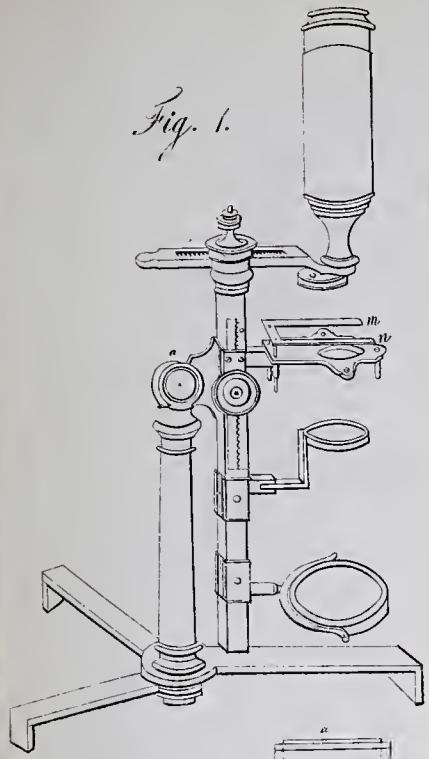


Fig. 2.

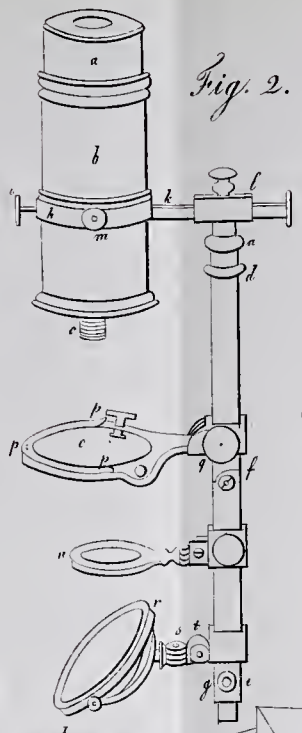


Fig. 3.

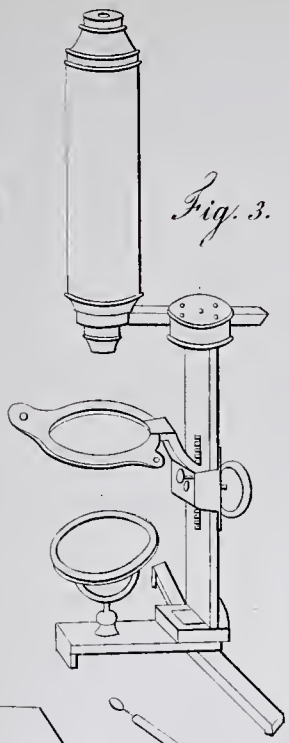


Fig. 4.

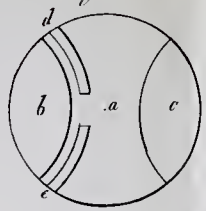


Fig. 5.

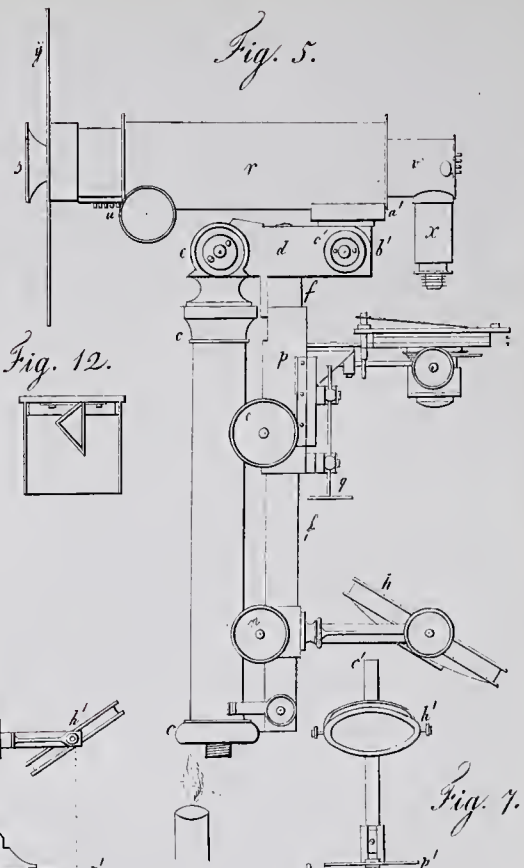


Fig. 12.

Fig. 13.

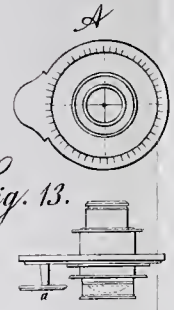


Fig. 14.

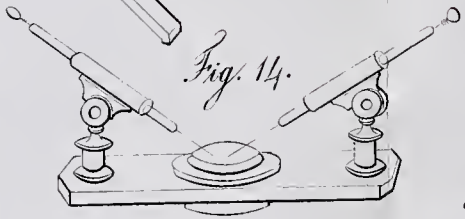


Fig. 7.

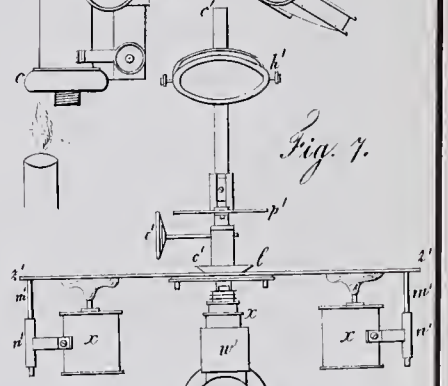


Fig. 8.

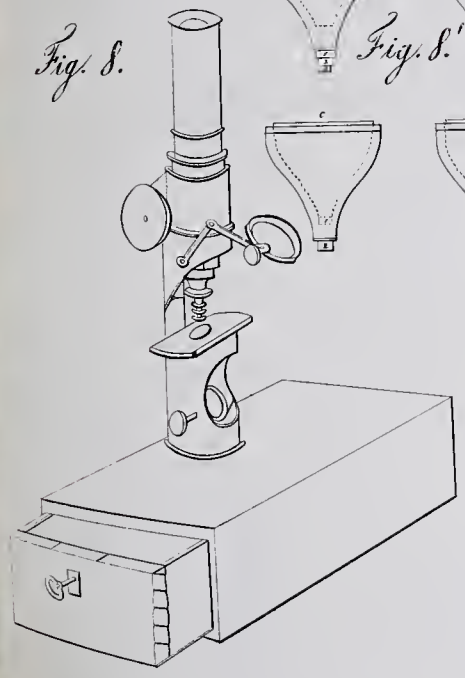


Fig. 8'

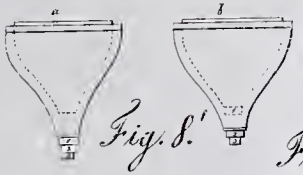


Fig. 9.

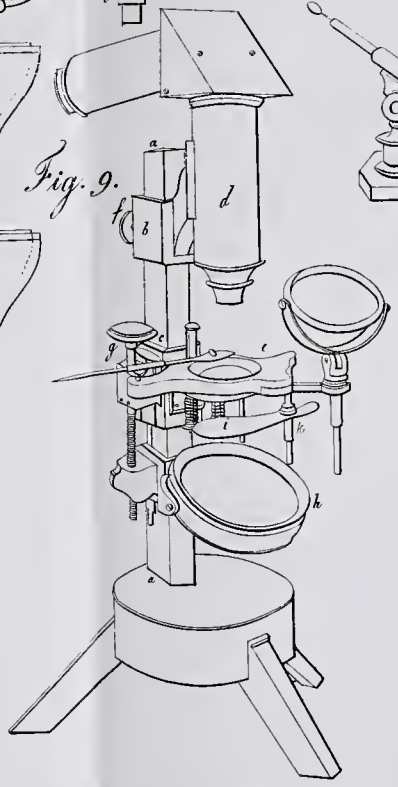


Fig. 6.

Fig. 11.

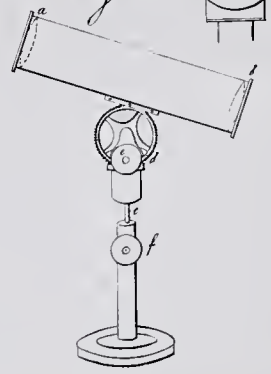
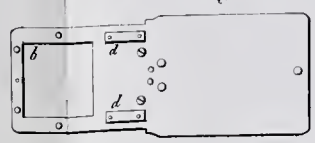


Fig. 10.



Steend. van J.L. WICHELHAUSEN.

Fig. 1.

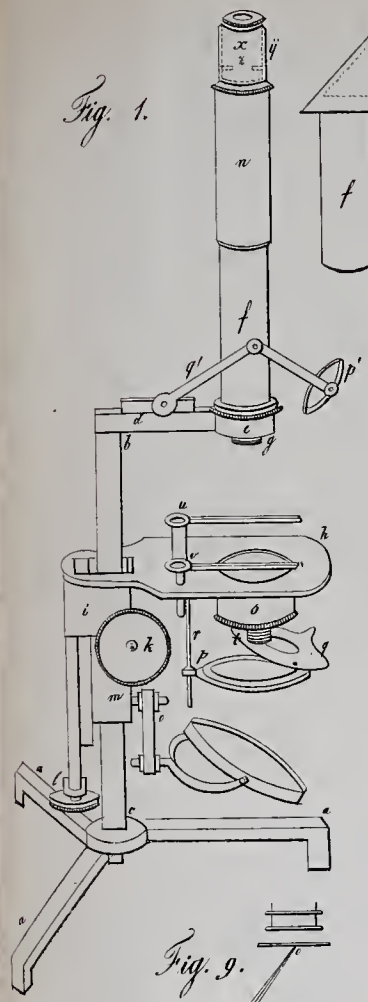


Fig 2

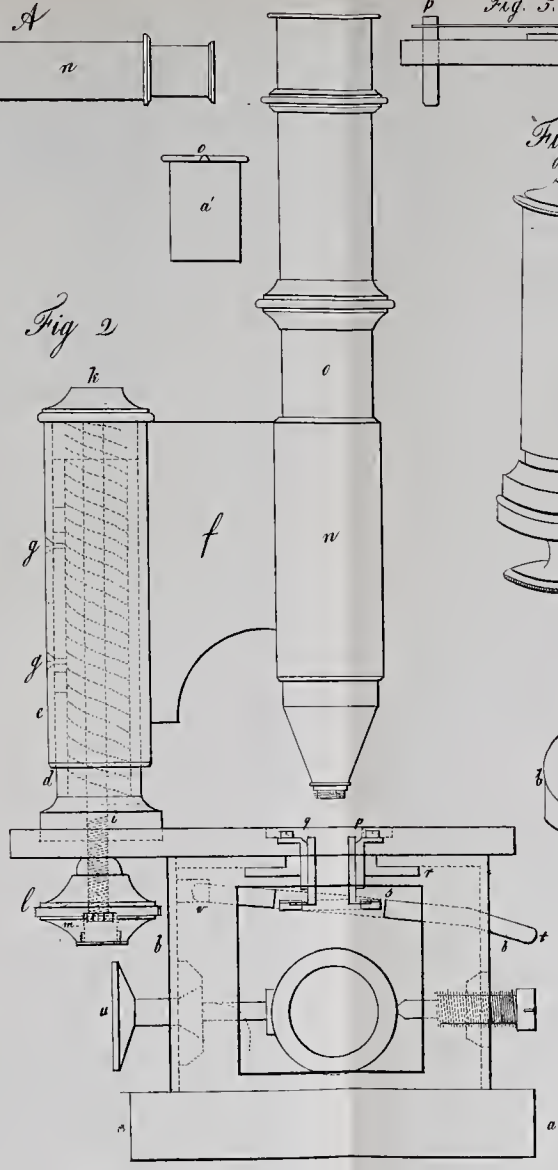


Fig. 3.

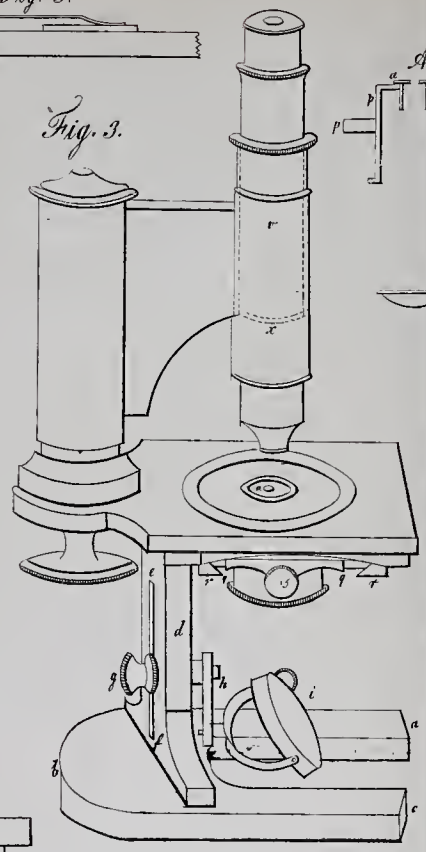


Fig. 4.

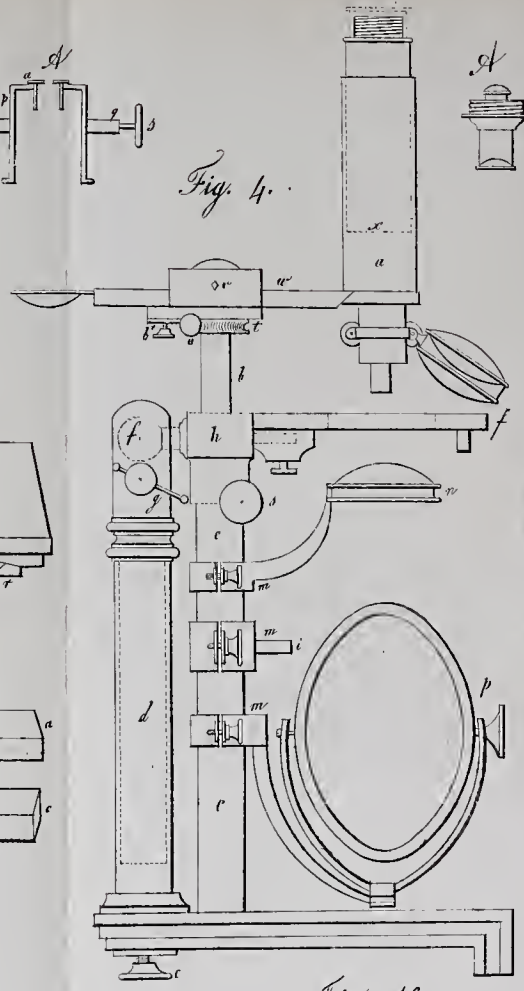


Fig. 5.

Fig. 6.

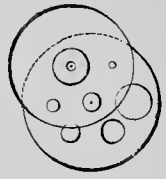


Fig. 7.

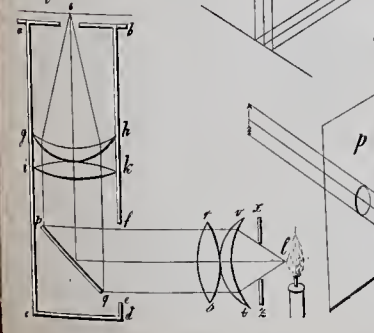


Fig. 8

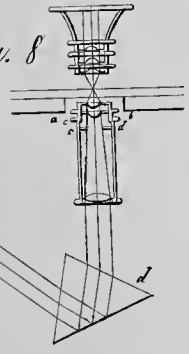


Fig. 9.

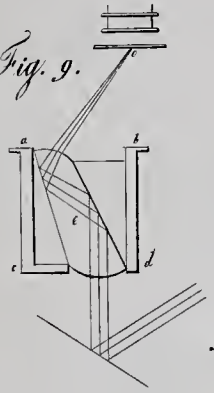


Fig. 10.

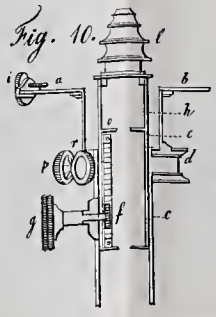


Fig. 11.



Fig. 12.

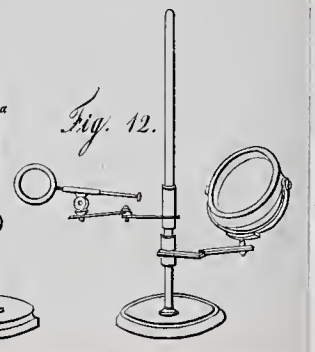


Fig. 13.

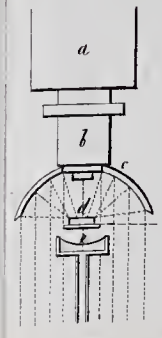


Fig. 14.

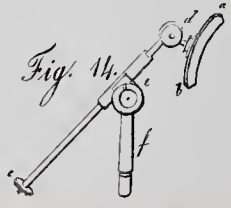
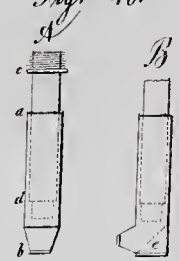


Fig. 15.



Fig. 16.



Strend. van J.L. WICHELHAUSEN.

Fig. 1.

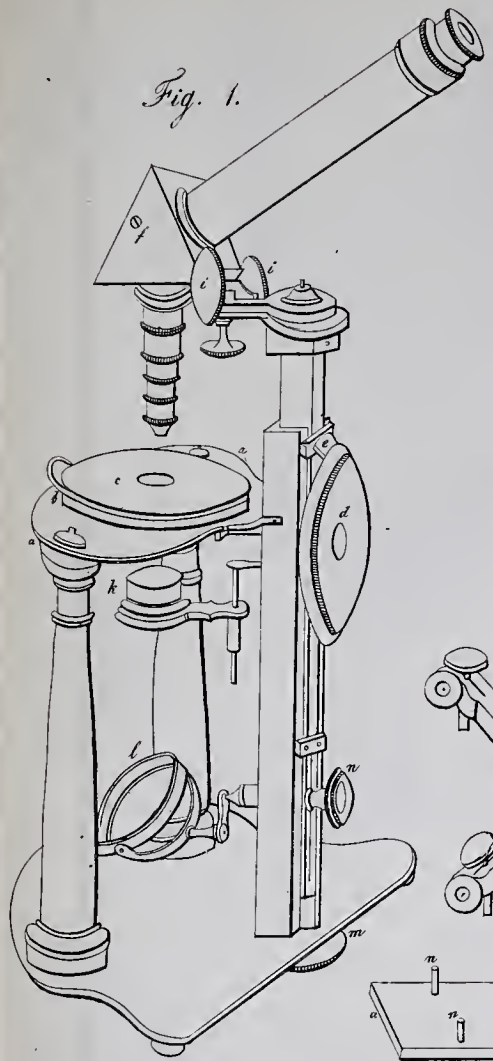


Fig. 2.

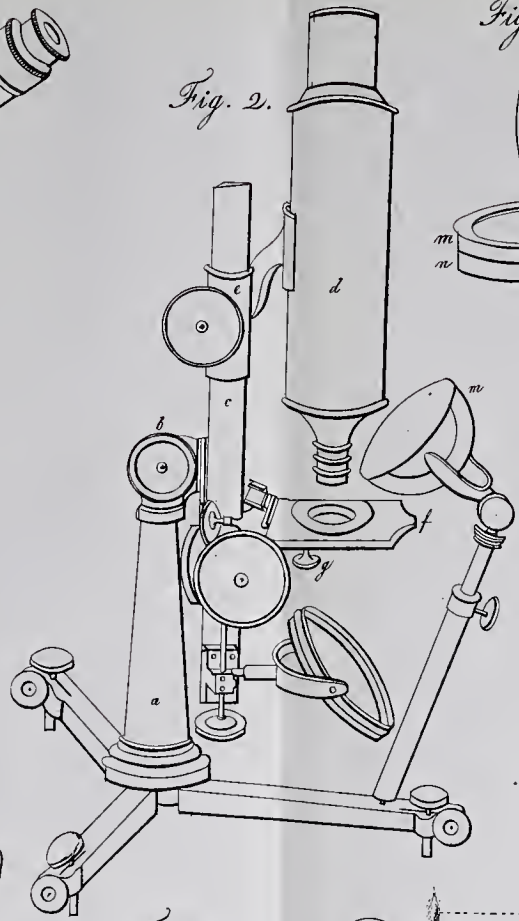


Fig. 18.

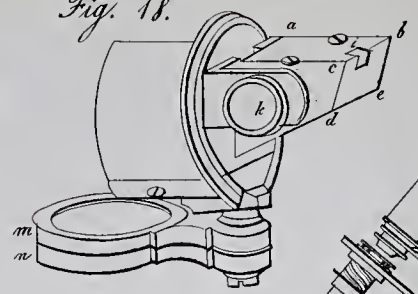


Fig. 3.

Fig. 4.

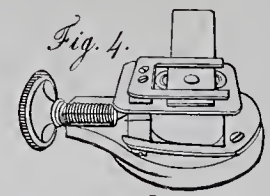


Fig. 5.

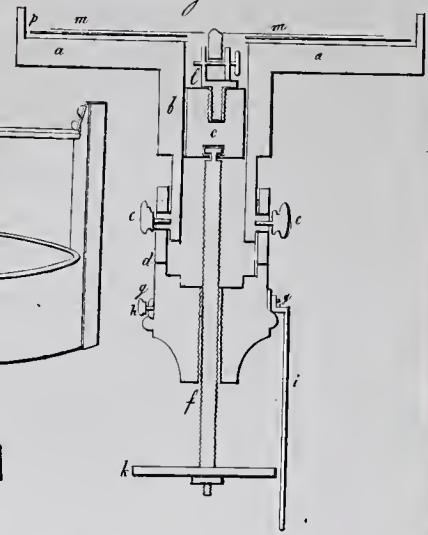


Fig. 19.

Fig. 6.

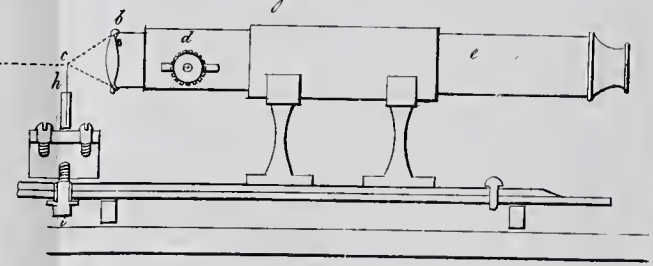


Fig. 7.

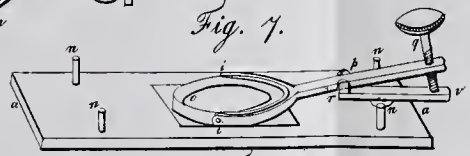


Fig. 11.

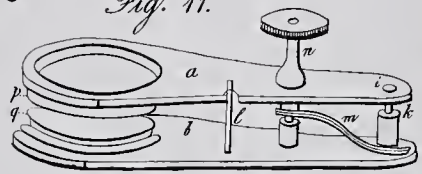


Fig. 8.

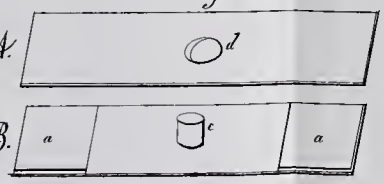


Fig. 9.

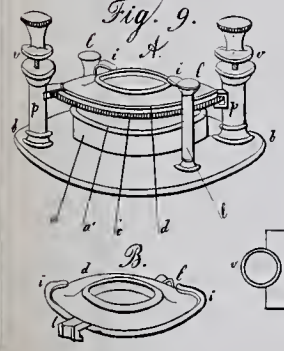


Fig. 10'

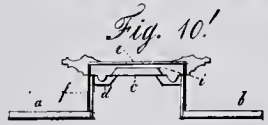


Fig. 13.

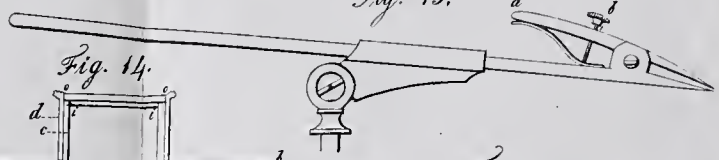


Fig. 14.

Fig. 10.

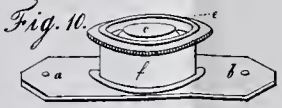


Fig. 12

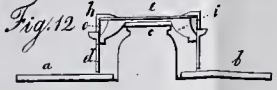


Fig. 15.

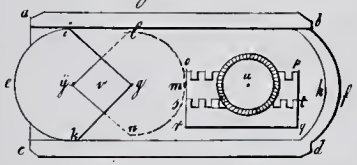
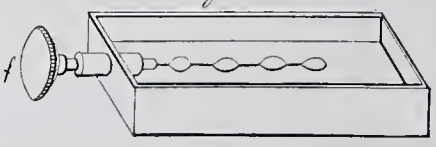


Fig. 16.



Fig. 17.



Steend. van J. L. WICHELHAUSEN.

Fig. 1.

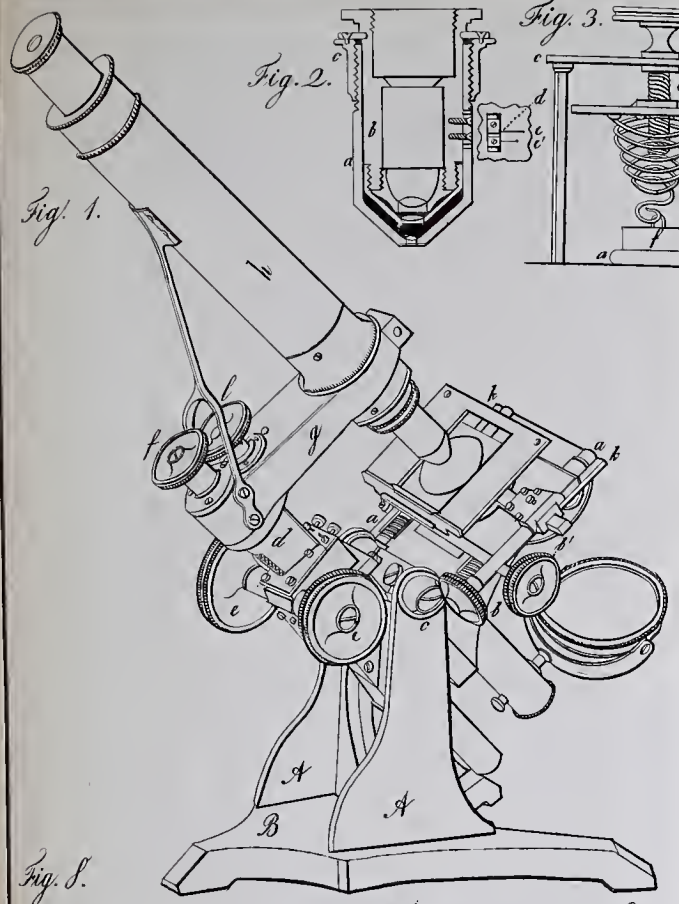


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

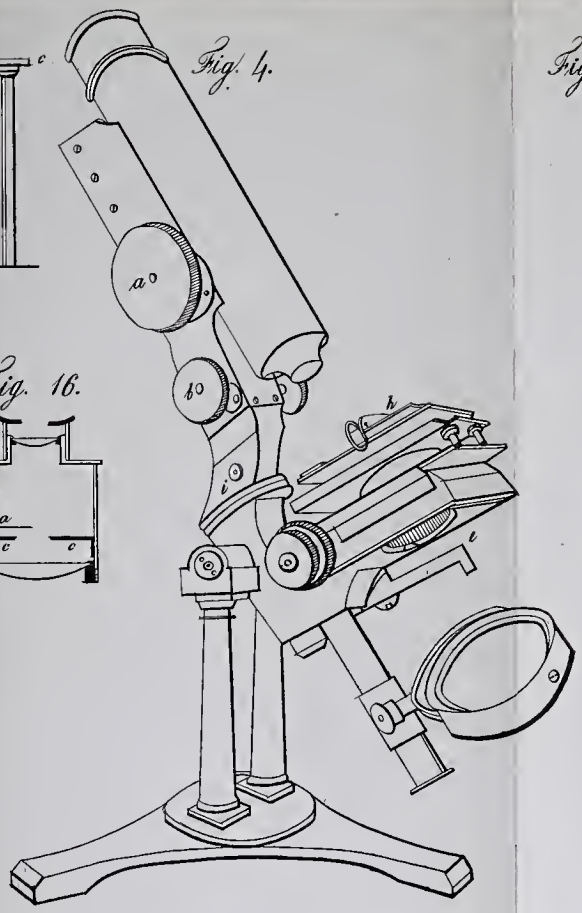


Fig. 5.

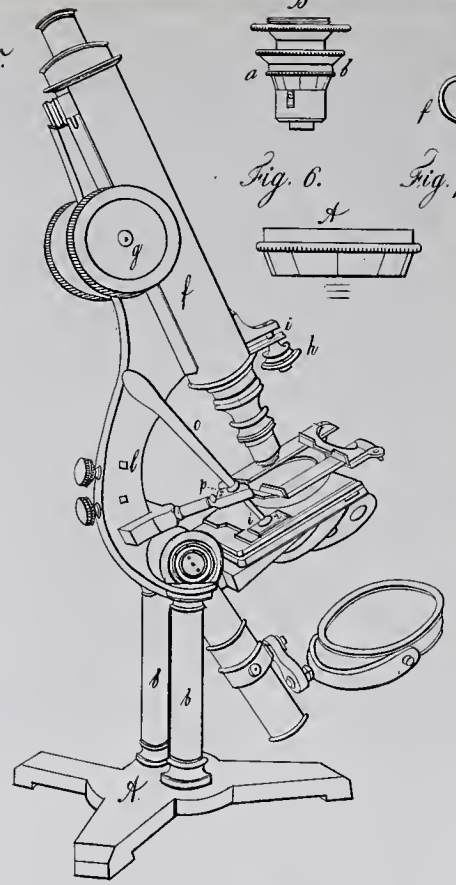


Fig. 6.

Fig. 7.

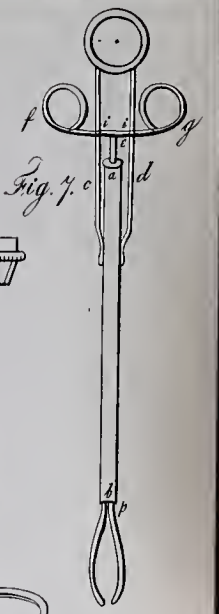


Fig. 16.

Fig. 8.

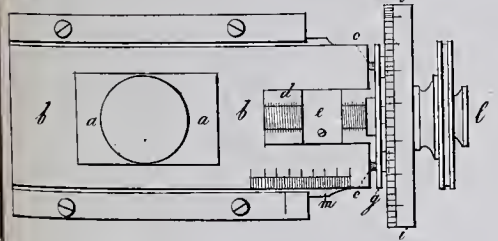


Fig. 9.

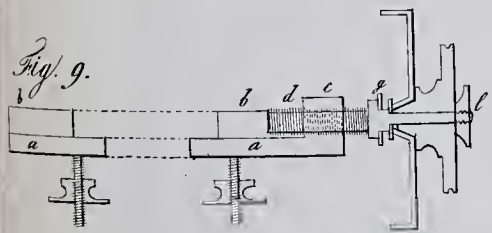


Fig. 10.

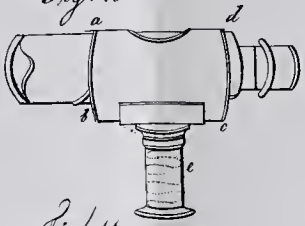


Fig. 11.

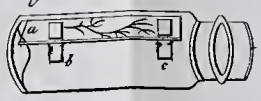


Fig. 12.

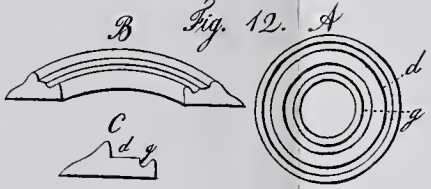


Fig. 13.

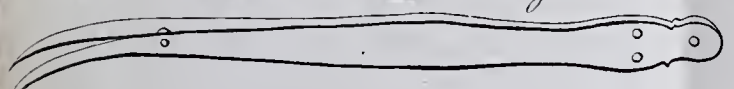


Fig. 14.

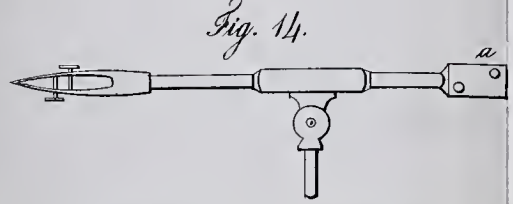
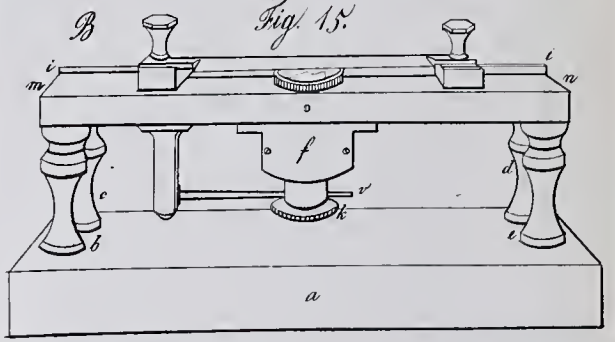


Fig. 15.



Steend. van J.L. WICHELHAUSEN.

Fig. 1.

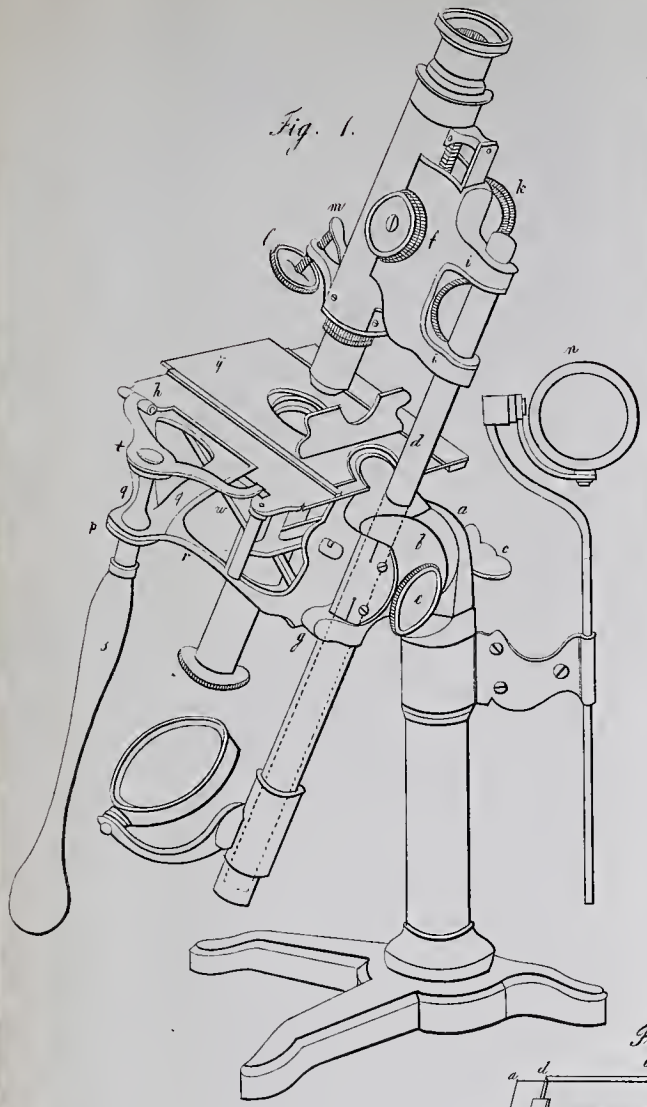
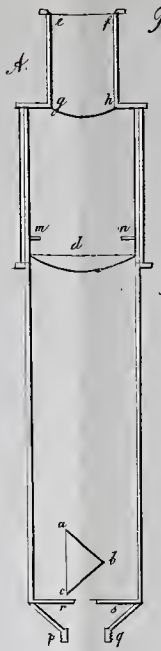


Fig. 2.



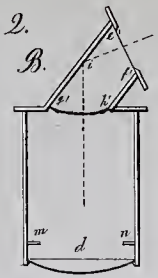
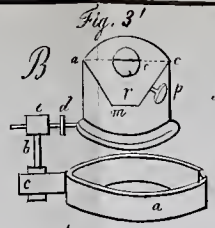


Fig. 3'



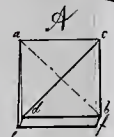


Fig. 8.



Fig. 3.

Fig. 4.

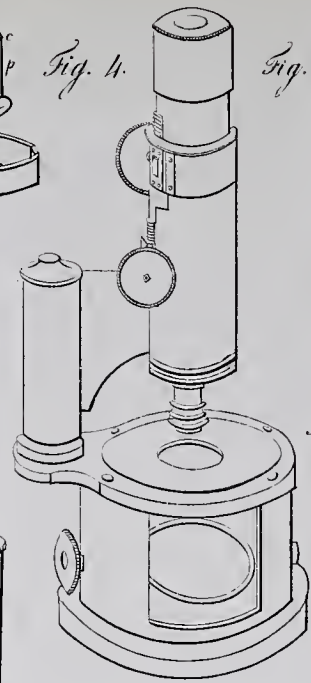


Fig. 6.

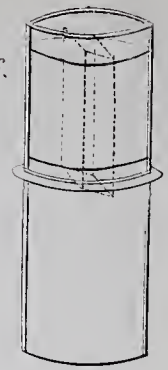


Fig. 5.

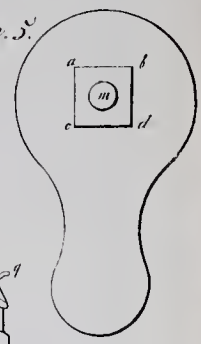


Fig. 7.



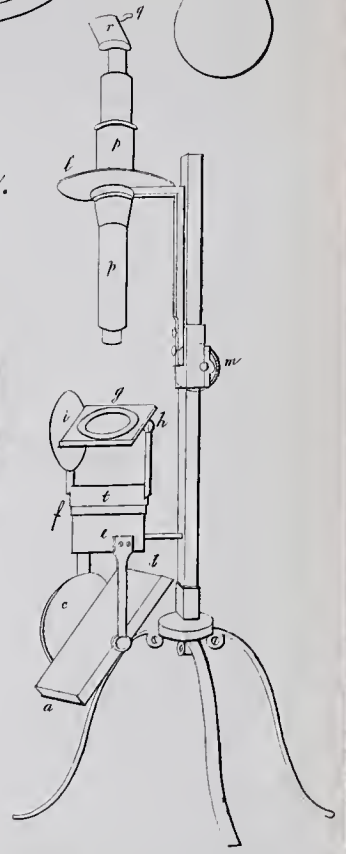


Fig. 9.

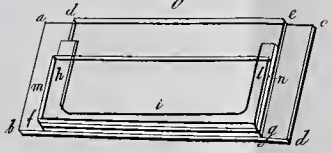


Fig. 11.

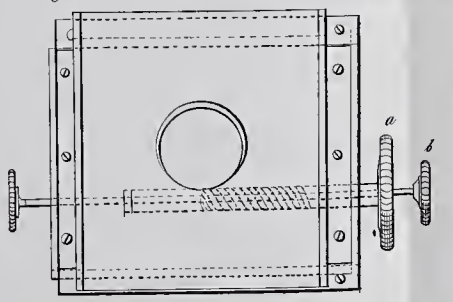


Fig. 10.

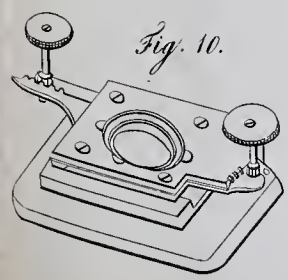


Fig. 12.

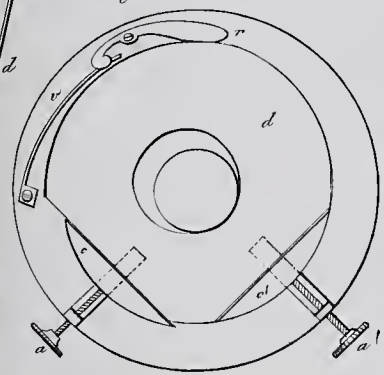
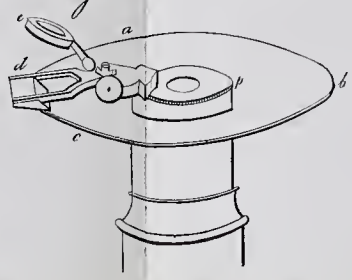
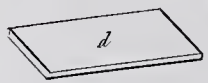


Fig. 13.





Steend. van J.L. WICHELHAUSEN.

Fig. 1.

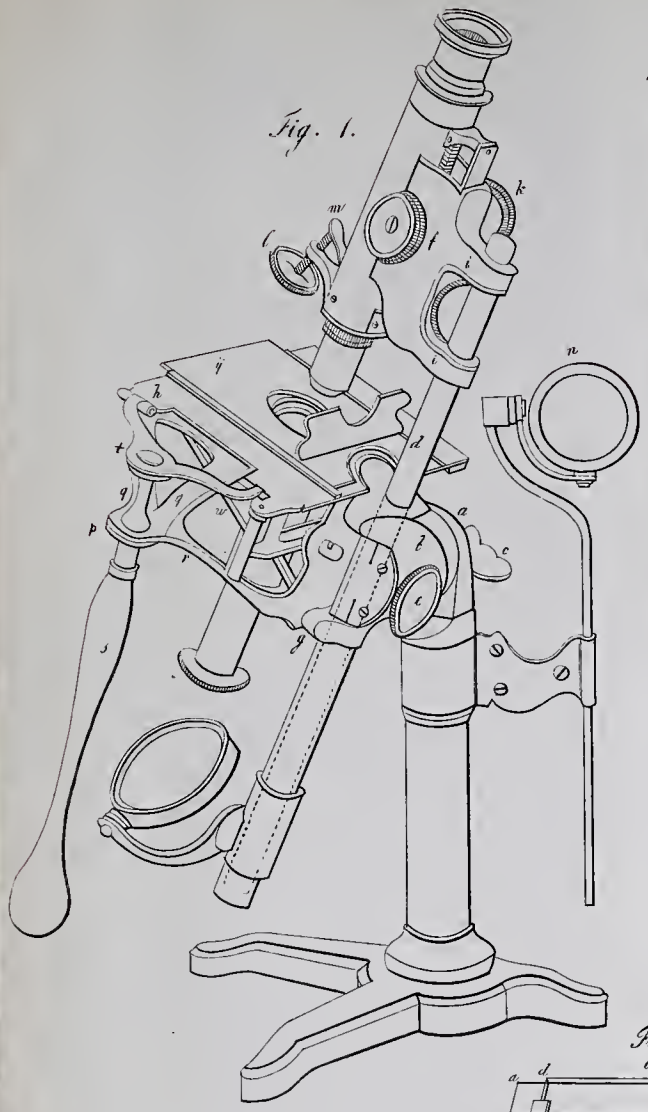


Fig. 2.

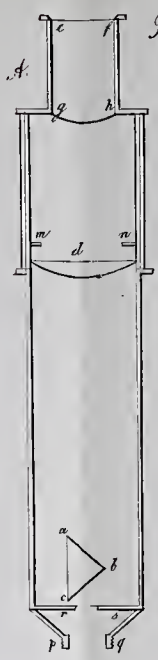


Fig. 3'

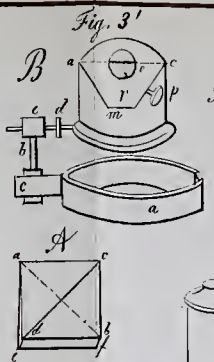


Fig. 4.

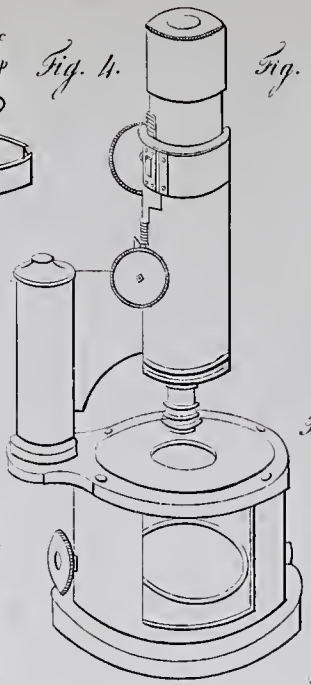


Fig. 6.

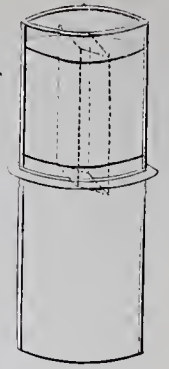


Fig. 8.



Fig. 3.

Fig. 5.

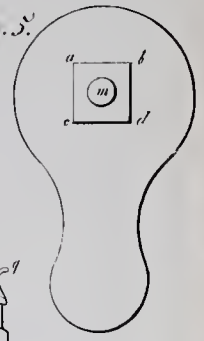


Fig. 7.

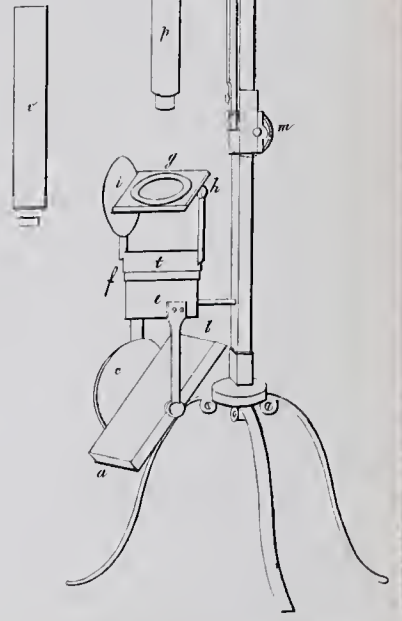


Fig. 9.

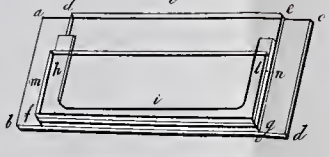


Fig. 12.

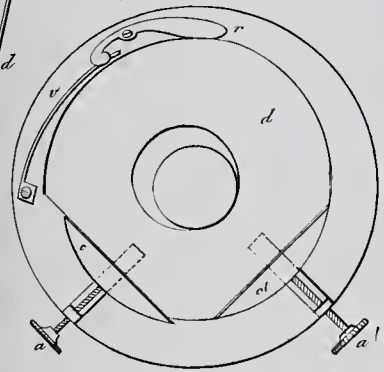


Fig. 11.

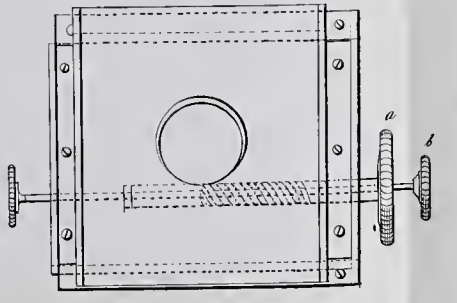


Fig. 10.

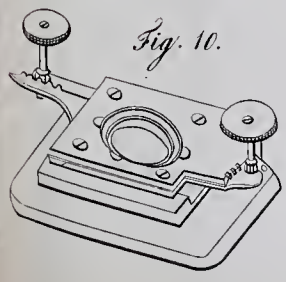
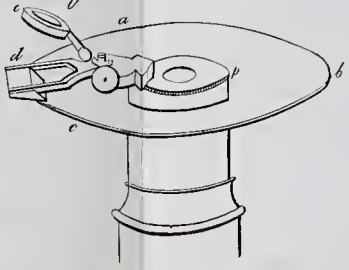


Fig. 13.



Steend. van J. L. WICHELHAUSEN.